



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Thomas Mendes Pinheiro

**Análise financeira de um sistema de rastreabilidade  
e codificação de produtos numa empresa  
metalomecânica**

Tese de Mestrado

Mestrado em Engenharia de Sistemas

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Jorge Miguel Oliveira Sá Cunha

Abril de 2019

## DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

## AGRADECIMENTOS

A realização de uma dissertação prática na empresa Bysteel acabou por tornar-se muito benéfico para todos os intervenientes. Assim, quero agradecer a todos que de uma forma direta ou indiretamente me ajudaram a ultrapassar situações mais complicadas.

Em primeiro lugar ao professor Jorge Cunha pela sua orientação e prontidão em ajudar sobre todos os aspetos fundamentais da dissertação.

Ao Diretor do Mestrado em Engenharia de Sistemas, Professor Paulo Afonso pela disponibilidade e pela grande ajuda em resolver os vários problemas com que me deparava.

A todos os funcionários da empresa Bysteel, principalmente ao Eng. Joaquim Aguiar, por todo o tempo despendido ao longo do estágio e por ter acreditado no sucesso do projeto.

A todos os meus amigos que me proporcionaram bons momentos o que ajudou bastante nos dias em que os níveis de inspiração não estavam num ponto alto.

À minha família por me terem apoiado nesta longa caminhada.

Aos meus pais aquele grande abraço especial por terem insistido e acreditado em mim, desde o início do meu percurso académico.

A maravilhosa família constituída pelo meu irmão por se terem sacrificado muitas vezes, o que me possibilitou lutar por este sonho.

Não poderia deixar de agradecer à minha namorada, Joana, que sempre acreditou nas minhas capacidades e por ter tornado os meus dias mais fáceis e especiais.

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## RESUMO

Na presente dissertação pretende-se estudar a viabilidade económica da implementação de um sistema tecnológico, com principal objetivo a resolução dos problemas de rastreabilidade numa empresa metalomecânica e a escolha da melhor solução.

A rastreabilidade permite identificar o histórico, a utilização ou a localização de um produto, ao longo de toda a cadeia de abastecimento. A informação armazenada nesse histórico dependerá do objetivo e do mercado competitivo em que a empresa se insere.

Ao longo do período de estágio foi possível observar os principais problemas, como a perda de tempo na procura de peças, processo de verificação de cargas demoroso, inventário extenso, desperdício de material e erro de marcação.

A melhor solução para a resolução dos problemas da empresa é a implementação de um sistema RFID, composto por *tags*, antenas e pórticos. A *tag* é colocada no material aquando da sua entrada no processo, mas só é ativa quando passa pelos pórticos colocados à entrada e à saída do processo produtivo. Os pórticos terão a função de colocarem o material no sistema. Com a dispersão das antenas, pelo armazém tornar-se-á possível saber o estado e a fase exata em que se encontra determinado material. A informação armazenada nas *tags* será da responsabilidade da empresa e permitirá a rastreabilidade e codificação de todas as peças desejadas.

A implementação deste sistema terá um custo de 27 406.60 €, com o extra de um leitor móvel para a verificação de cargas em obra. Este investimento, não traz um retorno financeiro direto, pelo fato da poupança se focar no ganho em tempo de alguns trabalhadores (fiel de armazém e o encarregado da obra). Desta forma, decidiu-se calcular essa poupança, através do salário líquido de cada colaborador, e assim permitir o cálculo de alguns critérios económicos.

Após a avaliação do investimento calculada, os resultados obtidos (VAL=40 977.05€; TIR= 23%; payback simples de 3.51 anos; payback atualizado de 4 anos e um ROI=149.52%) foram satisfatórios, o que permitiu concluir que este investimento seria bastante positivo para a empresa, uma vez que o retorno é a curto/médio prazo, para além das melhorias significativas em termos de processos de produção e logísticos.

## PALAVRAS-CHAVE

RFID, Rastreabilidade, Codificação, Investimento, VAL, Payback, TIR

## ABSTRACT

In this dissertation we intend to study the economic viability in regard to an implementation of a technological system, with, the primary objective concerning the solving of traceability problems relating to products found in metalomechanical company, in order to choose the best solution.

Traceability enables the identification of a product's history, use or location throughout the supply chain. The type and detail of the information stored in this history will depend on the company's objective and the competitive market in which it is inserted.

Throughout internship's period, was possible to observe the main problems, namely loss of time in the demand for parts and in the load verification process, extensive inventory, waste of material and marking error.

After considering different alternatives, the best solution to solve the company's problems was the implementation of an RFID system, composed of tags, antennas and gates. The tag is placed on the material when it enters the process, but it is only active when it passes through the gates placed at the entrance and exit of the production process. The gates' function is placing the material in the system. With the dispersion of the antennas through the warehouse, will allow to acquire knowledge about the state and the exact phase in which the material is found.

The implementation of this system will cost 27 406.60 €, plus an extra amount regarding the purchase of a mobile reader to check the loads on a construction site. This investment will provide the company with time-saving concerning the execution of certain tasks by some workers.

After the financial evaluation of the investment, it was possible to conclude on its feasibility, since it provides a NPV of about 41 thousand euros, an IRR of 23%; and a simple payback of 3.51 years. At the same time, the investment also allows significant improvements in terms of production and logistics processes.

## KEYWORDS

RFID, Traceability, Coding, Investment, NPV, Payback, IRR.

## ÍNDICE

Direitos de autor e condições de utilização do trabalho por terceiros.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Declaração de integridade .....	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice de Figuras .....	xi
Índice de Tabelas .....	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	xv
1. Introdução .....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação .....	2
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão bibliográfica .....	5
2.1 Rastreabilidade .....	5
2.2 Os sistemas de identificação automática.....	8
2.3 Código de barras.....	9
2.4 Reconhecimento ótico de caracteres.....	10
2.5 <i>Smart card</i> .....	11
2.6 Sistemas RFID .....	11
2.6.1 História .....	12
2.6.2 Funcionamento e componentes de um sistema RFID .....	13
2.6.3 Comunicação .....	15
2.6.4 Acoplamento e alcance.....	16
2.6.5 Alimentação .....	17
2.6.6 Frequências.....	18
2.6.7 Memória.....	18
2.6.8 Formato das <i>tags</i> .....	19
2.6.9 Capacidade de processamento de informação .....	20
2.6.10 <i>Software</i> do sistema RFID .....	20

2.6.11	Segurança .....	21
2.6.12	Problemas técnicos .....	21
2.6.13	Aplicações .....	23
2.7	<i>Eletronic Product Code</i> (EPC) .....	28
2.7.1	Arquitetura da rede EPC .....	29
2.7.2	Direitos e liberdade dos consumidores .....	29
2.8	Análise financeira .....	31
2.8.1	Valor atual líquido .....	31
2.8.2	Taxa interna de rentabilidade .....	32
2.8.3	<i>Payback</i> Simples .....	34
2.8.4	<i>Payback</i> Atualizado .....	35
2.8.5	Índice de Rendibilidade .....	35
2.8.6	Taxa de Retorno .....	36
3.	Apresentação da empresa .....	37
3.1	Identificação e localização .....	37
3.2	Produtos .....	40
3.3	Missão, visão e valores .....	41
3.4	Certificações .....	41
3.5	Estrutura organizacional .....	42
3.6	Departamento logístico .....	42
3.6.1	Receção de material .....	43
3.6.2	Expedição de material .....	44
3.6.3	Requisição de transportes .....	45
3.6.4	Exportação de material .....	45
3.6.5	Devolução de material .....	46
3.6.6	Higiene, saúde e segurança no trabalho .....	46
4.	Descrição e análise crítica da situação atual .....	49
4.2	Centro de operações principais .....	52
4.3	Centro de operações secundárias .....	54
4.4	Centro de caixilharia e centro de fachada .....	54



4.5	Centro de preparação e expedição.....	55
4.6	Centro de logística (expedição) .....	55
4.7	Fluxo de material.....	55
5.	Propostas de melhorias.....	57
5.1	Caso Bysteel SA.....	57
5.1.1	Sistema com RFID.....	57
5.1.2	Qrcode .....	59
5.2	Caso Bysteel FS .....	60
5.2.1	Projeto piloto com RFID .....	60
5.2.2	Funcionamento sistema RFID no armazém .....	63
6.	Análise e discussão de resultados .....	65
6.1	Descrição do investimento.....	65
6.2	Avaliação do investimento .....	66
6.3	Recomendações finais.....	68
7.	Conclusão .....	69
	Referências Bibliográficas .....	71
	Anexo I – Estrutura organizacional Bysteel .....	74
	Anexo II – Proposta Altronix .....	75
	Anexo III – Taxa de juro .....	81



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - As 5 fases da metodologia Action-Research - adaptado de Bell (1997) .....	2
Figura 2 - Os 4 princípios fundamentais da rastreabilidade - adaptado de Gencod (2001) .....	6
Figura 3 - Rastreabilidade alimentar .....	7
Figura 4 - Fluxos da cadeia de abastecimento - adaptado de Lezin (2001) .....	8
Figura 5 - Qr code e data matrix.....	9
Figura 6 - Código de barras.....	10
Figura 7 - Código EAN .....	10
Figura 8 - Exemplo de um OCR.....	10
Figura 9 - Smart card.....	11
Figura 10 - Componentes de um sistema RFID - adaptado de Finkenzeller (2010) .....	13
Figura 11 - Componentes de uma tag .....	14
Figura 12 - Leitor fixo.....	15
Figura 13 - Comunicação leitor e tag - adaptado de Finkenzeller (2010) .....	15
Figura 14 - Modos de operação RFID - adaptado de Finkenzeller (2010) .....	17
Figura 15 - Formatos de tags .....	19
Figura 16 - RFID para invisuais - Domdouzis (2007) .....	24
Figura 17 - RFID e o controlo medical .....	25
Figura 18 - Implante RFID - Seriot (2005).....	26
Figura 19 - Passaporte biomédico.....	27
Figura 20 – Funcionamento NFC - adaptado de Finkenzeller (2010).....	28
Figura 21 - Bysteel SA - Bysteel.....	39
Figura 22 - Bysteel FS - Bysteel.....	39
Figura 23 - Produtos bysteel - Bysteel.....	40
Figura 24 - Armazém Bysteel SA - Bysteel .....	42
Figura 25 - Chapas de aço - Bysteel .....	43
Figura 26 - Centro de saúde DST - Bysteel .....	47
Figura 27 - Campos DST - Bysteel.....	47
Figura 28 - Armazém Bysteel FS - Bysteel .....	49
Figura 29 - Estrutura organizacional Bysteel FS - Bysteel .....	50
Figura 30 - Centro logística Bysteel FS - Bysteel .....	50

Figura 31 – Fluxograma receção material Bysteel FS - Bysteel.....	51
Figura 32 - Fluxograma do centro de operações Bysteel FS - Bysteel .....	53
Figura 33 - Centro operacional Bysteel FS - Bysteel .....	54
Figura 34 - Fluxo de material - Bysteel.....	56
Figura 35 - Codificação chapas e perfis - Bysteel.....	56
Figura 36 - Laser Nande - Nande .....	59
Figura 37 - Projeto piloto armazém Bysteel FS - Bysteel.....	61
Figura 38 - Organigrama Bysteel - Bysteel .....	74

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Frequências Sistema RFID .....	18
Tabela 2 - Relação entre TIR, TMA e VAL.....	34
Tabela 3 - Expedição de material .....	44
Tabela 4 - Problemas e melhorias .....	57
Tabela 5 - Pórticos armazém bysteel fs .....	62
Tabela 6 - Salário/hora empregados .....	65
Tabela 7 - Cálculo do TIR.....	67
Tabela 8 - Payback atualizado .....	67
Tabela 9 - Somatório CF .....	68



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AIDC	<i>Automatic Identification and Data Capture</i>
BAC	<i>Basic Access Control</i>
BCE	Banco Central Europeu
CB	Código de Barra
CF	<i>Cash-Flow</i>
COP	Centro de Operações Principais
CTC	Centro de Transformação de Chapa
CTP	Centro de Transformação de Perfis
DO	Diretor de Obra
DST	Domingos da Silva Teixeira
EAC	<i>Extended Access Control</i>
EAN	<i>European Article Number</i>
EAS	<i>Electronic Article Surveillance</i>
EPC	<i>Electronic Product Control</i>
FC	Fluxo de caixa
FDX	<i>Full-Duplex</i>
GTIN	<i>Global Trade International Number</i>
HF	<i>High Frequency</i>
HDX	<i>Half-Duplex</i>
IFF	<i>Identify Friend or Foe</i>
ISM	<i>Industrial-Scientific-Medical</i>
LF	<i>Low Frequency</i>
MCRAE	Mapa de Consumos de Registos de Entradas e Saídas

<b>MP</b>	Matéria Prima
<b>MRZ</b>	<i>Machine Readable Zone</i>
<b>NFC</b>	<i>Near Field Communication</i>
<b>OCR</b>	<i>Optical Character Recognition</i>
<b>ONS</b>	<i>Object Naming Service</i>
<b>OT</b>	Taxa de Juro de Rendibilidade de Obrigações do Tesouro
<b>PA</b>	Produto Acabado
<b>PC</b>	Computador Pessoal
<b>PF</b>	Produto Final
<b>PML</b>	<i>Product Mark-up Language</i>
<b>RFID</b>	<i>Radio Frequency Identification</i>
<b>RO</b>	<i>Ready-Only</i>
<b>ROI</b>	<i>Return On Investment</i>
<b>RW</b>	<i>Read-Write</i>
<b>SAP</b>	<i>Systems, Applications and Products in Data Processing</i>
<b>SAW</b>	<i>Surface Acoustic Wave</i>
<b>TIR</b>	Taxa Interna de Rentabilidade
<b>TMA</b>	Taxa Mínima de Atratividade
<b>UHF</b>	<i>Ultra High Frequency</i>
<b>UPC</b>	<i>Universal Product Code</i>
<b>VAL</b>	Valor Atual Líquido
<b>WORM</b>	<i>Write once, read many</i>



## 1. INTRODUÇÃO

Neste primeiro capítulo pretende-se fazer o enquadramento da dissertação, assim como dos objetivos da mesma. Por fim, é apresentada a metodologia de investigação utilizada ao longo do trabalho e uma breve referência da sua estrutura organizacional.

### 1.1 Enquadramento

Com a globalização e a constante evolução da tecnologia, as empresas têm sentido a necessidade de se superar e se diferenciar das demais.

Um das apostas mais fortes por parte das empresas centra-se em melhorias internas, como é o caso da rastreabilidade dos vários produtos/equipamentos, de modo a melhorar o funcionamento (Grampos, 2010).

A rastreabilidade ganhou força aquando das várias crises no setor alimentar com o problema das vacas loucas, contaminação de carnes e gripe aviária (Bassani, 2002). Com toda a regulamentação e precauções tomadas pelos governos já é possível sabermos a origem de determinado alimento, através da própria caixa ou pelo *Qr code* que redirecionam para a página oficial do produto, onde se encontra toda a informação detalhada desse mesmo produto.

Por outras palavras, a rastreabilidade é o histórico de um produto. A informação armazenada nesse histórico dependerá do objetivo, que determinada empresa tenciona alcançar. As estratégias adotadas e o mercado competitivo em que a empresa se insere podem influenciar o objetivo delineado (Leonelli e Toledo, 2006).

O problema da rastreabilidade dos produtos coloca-se, também, à empresa em que foi desenvolvida a presente dissertação. Na Bysteel existe uma grande necessidade de rastrear e codificar todo o processo, desde a receção de matéria prima até a expedição do produto final. Uma vez que a empresa se debate com os seguintes problemas:

- Perda de tempo, na procura de determinada peça;
- Perda de tempo dos funcionários, na verificação de cargas;
- Desperdício de materiais;
- Inventário extenso.

O problema da Bysteel centra-se na dificuldade em rastrear interna ou externamente, os vários materiais tanto do armazém de aço, como para o de alumínio. No ano de 2017 foram necessárias cerca de

150.000 peças de aço. Todo o processo foi realizado através de marcação manual a tinta, nas várias peças, o que aumenta a possibilidade de existirem alguns dissabores inerentes à prática, devido a grande probabilidade de erro humano, ou eventual perda de materiais, visto que algumas peças podem ser de tamanho reduzido.

## 1.2 Objetivos

Face aos problemas identificados na empresa, o objetivo deste trabalho consistiu em encontrar o sistema mais adequado para o problema de rastreabilidade e codificação de produtos. Uma boa gestão aliada a um planeamento adequado permite melhorias significativas no processo produtivo, evitando desperdícios e perdas de tempo. Para a resolução dos problemas, sugere-se o estudo de algumas hipóteses, de modo a analisar a que mais se adequa ao processo, como por exemplo:

- Sistema RFID no setor de expedição;
- Sistema RFID no armazém;
- Sistema de leitura, receção de mercadoria.

## 1.3 Metodologia de investigação

Para que os objetivos deste projeto fossem atingidos e os problemas resolvidos, a escolha da metodologia de investigação que melhor satisfaz ambos os intervenientes (empresa-estagiário), recaiu sobre a metodologia *Action-Research*. A Figura 1 indica as cinco fases, em que se baseia a metodologia *Action-Research*.

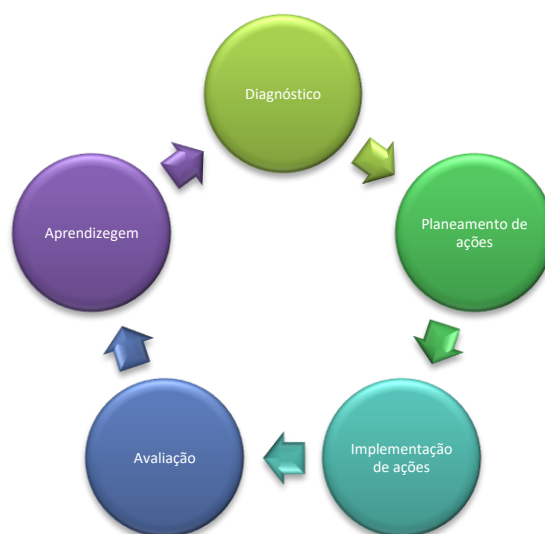


Figura 1 - As 5 fases da metodologia *Action-Research* - adaptado de Bell (1997)

Para Bell (1997), um dos fundamentos de uma investigação é a resolução de problemas, defendendo que “Uma investigação é conduzida para resolver problemas e para alargar conhecimentos sendo, portanto, um processo que tem por objetivo enriquecer o conhecimento já existente” (Bell, 1997).

A metodologia *Action Research* é definida como um tipo de investigação social com base empírica associada a uma ação ou a resolução de um problema coletivo, na qual investigadores e participantes envolvem-se de forma cooperativa e participativa. Desta forma, é possível a integração de dois objetivos que caracterizam esta metodologia, o objetivo prático, que consiste em contribuir para a solução do problema investigado, e o objetivo de conhecimento, que é a obtenção de informações, através da interação com as entidades envolvidas na situação investigada, (Thiollent, 2005).

A primeira fase da dissertação consistiu no diagnóstico de todo o processo produtivo de forma a identificar diretamente os problemas de rastreabilidade e encontrar as oportunidades de melhoria. Após esta fase tornou-se possível a elaboração da revisão bibliográfica.

A fase do planeamento de ações teve como principal foco a escolha da melhor solução para o problema da empresa, isto é, a melhoria na eficiência do sistema produtivo da empresa.

Após a realização do planeamento de ações, iniciou-se a terceira fase, ou seja, a implementação de ações. Nesta fase não se realizou a implementação do sistema RFID, mas conseguiu-se prever as melhorias que a sua implementação traria, principalmente em ganho de tempo.

A quarta fase resume-se à avaliação, isto é, o estudo e discussão dos resultados obtidos. Como não se conseguiu implementar o processo, não se consegue obter valores reais, mas consegue-se uma previsão. Desta forma, consegue-se estudar as melhorias para a empresa.

A fase cinco é a de aprendizagem que se foca nas principais conclusões e em propostas futuras, tanto de projeto como de melhorias contínuas para a empresa.

Em suma, para muitos investigadores, aliar investigação a educação traz imensos benefícios práticos. Langeveld (1965) é da opinião de que “os estudos em educação [...] constituem uma «ciência prática», na medida em que não queremos apenas conhecer factos e compreender as relações em nome do saber, mas também pretendemos conhecer e compreender com o objetivo de sermos capazes de agir e de agir «melhor» que anteriormente” (Langeveld, 1965).

## 1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em 7 capítulos.

No capítulo 1, é feita a introdução, o enquadramento, objetivos e a estrutura da dissertação.

O capítulo 2 foca a revisão bibliográfica, dividida em dois temas principais, rastreabilidade e análise financeira. No que toca a rastreabilidade aborda-se algumas tecnologias, que solucionam vários tipos diferentes de problemas. Na parte da análise financeira aborda-se de forma mais aprofundada o valor atual líquido, a taxa interna de retorno e o *payback* do investimento.

No capítulo 3, a empresa Bysteel SA (armazém de aço) é caracterizada com maior pormenor, abordando aspetos internos como, produtos, visão, missão, estrutura organizacional e o processo produtivo.

No capítulo 4, descreve-se e analisa-se a situação atual crítica da empresa, com particular foco para a Bysteel FS (armazém de alumínio). Neste capítulo descreve-se ainda alguns problemas encontrados.

No capítulo 5, apresentam-se as propostas de melhoria que visam resolver os problemas indicados no capítulo anterior dos dois armazéns em estudo. Relativamente à Bysteel FS, apresentamos a proposta estudada com a empresa Altronix.

No capítulo 6, é feita uma análise e discussão dos resultados, relativamente à implementação do sistema RFID no armazém de alumínio. Para uma melhor análise, realizou-se uma análise financeira de vários valores, como o VAL, TIR, *Payback* de investimento e ROI.

O capítulo 7, foca as conclusões acerca de todo o projeto, assim como trabalhos futuros que seriam considerados uma mais valia para a própria empresa.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Rastreabilidade

A rastreabilidade permite identificar o histórico, a utilização ou a localização de um produto, ao longo de toda a cadeia de abastecimento, com o objetivo a ser definido pela própria empresa, dependendo da sua estratégia e pelo mercado competitivo em que esta se insere (Leonelli e Toledo, 2006).

Com a evolução da tecnologia, as empresas têm vindo a investir em sistemas tecnológicos, de modo a tornar todo o processo logístico mais eficiente e mais económico, melhorando a competitividade e os fluxos de informação. A maioria das empresas ainda trabalham de uma forma rudimentar, isto é, com folhas de Excel, ou com a inserção de dados manualmente, o que leva a possibilidade de um maior número de erros que resulta em perda de tempo e consequentemente de custos (Kang e Lee, 2013).

Com isto, torna-se imperativo para qualquer empresa a implementação de novos sistemas para obter um aproveitamento de tempo mais eficaz, um controlo da distribuição interna e externa da empresa e um controlo de todo o processo de produção em tempo real, garantindo qualidade no seu serviço. Em contrapartida é difícil a integração de toda uma cadeia de abastecimento, pelo fato dos sistemas de rastreabilidade utilizados tanto por fornecedores e distribuidores não serem compatíveis entre eles. A adoção de uma determinada tecnologia varia consoante a área e os produtos com que determinada empresa, se focaliza.

Desta forma, as empresas têm vindo a adotar sistemas de rastreabilidade, com o objetivo de minimizar eventuais erros, custos associados ao processo logístico e de qualidade do produto (Töyrylä, 1999). Segundo Kvarnstrom & Oghazi (2008), com a implementação deste tipo de sistemas qualquer empresa garante uniformidade num lote de produtos e diminuição de recolha de produtos derivado a defeitos de fabrico, de modo a satisfazer as necessidades do cliente.

A GENCOD EAN France (2001), acredita que para uma boa rastreabilidade é essencial o bom funcionamento de quatro princípios fundamentais: identificar, “gerir relações”, armazenar e comunicar. Como podemos ver pela Figura 2 todos os princípios estão interligados e todas as etapas devem estar totalmente coordenadas como peças de um puzzle. Caso uma peça falhe, o puzzle encontrar-se-á incompleto o que levará a uma rastreabilidade deficitária e ineficiente.



*Figura 2 - Os 4 princípios fundamentais da rastreabilidade - adaptado de Gencod (2001)*

- Identificar

A identificação é única para cada lote em cada etapa do processo, ou seja, um lote de receção é diferente de um lote de expedição. Por exemplo, existem dois identificadores distintos para os dois lados, em questão. A empresa define a identificação de cada lote no processo interno, e a cada etapa do processo produtivo, o nível de “dispersão” da rastreabilidade aumenta consideravelmente.

- “Gerir relações”

Este princípio consiste em definir um identificador chave que permitirá fazer a relação entre as etapas, permitindo uma rastreabilidade contínua. Por exemplo, numa empresa de fabrico de computadores pessoais (pc) pode ser necessário fazer a ligação entre um lote de um pc já montado, com lotes ainda em montagem ou de receção de matéria-prima. Isto, porque em caso de problema em determinado lote, torna-se possível rastrear o problema.

- Armazenar

A cada etapa do processo produtivo, guarda-se e regista-se todos os dados relevantes dos vários lotes produzidos. O suporte tanto pode ser digital como em papel, o que influenciará na rapidez da rastreabilidade.

- Comunicar

Ao longo do processo uma empresa deve comunicar internamente o identificador de cada lote, o que permite estabelecer uma relação entre cada departamento e assim manter uma rastreabilidade eficaz. Se o caso for comunicar externamente, de empresa para outra empresa apenas se deve comunicar o número identificador do produto final, que permitirá rastrear as características do lote, caso o cliente deseje. Assim, podemos ter:

- Suporte ligado ao produto, por exemplo a etiqueta;
- Suporte em termos de documento, como a figura entre outros;
- Suporte digital, caso exista troca de mensagens de dados informáticos ou base de dados partilhados.

Geralmente as empresas decidem que tipo de dados devem fornecer, mas em alguns casos específicos existe uma regulamentação que obrigam a colocação de dados mais pormenorizados como na indústria alimentar, como se pode ver através da Figura 3.



Figura 3 - Rastreabilidade alimentar

Qualquer empresa deve ser capaz de fornecer informações, tornando-a o mais transparente possível, de modo a estabelecer uma ligação com o cliente. “Assim a rastreabilidade representa uma espécie de encontro entre o cliente e a empresa num mundo virtual de comunicação e informação” (Lezin, 2001). Esta ligação cliente-empresa seria impossível no passado, por razões tecnológicas e pelos preços exorbitantes do sistema.

Na literatura é usual encontrar três conceitos, no que toca à rastreabilidade, como é o caso de “*tracking*” (localização de produtos), “*tracing*” (identificação da origem do produto) e “*traceability*” (junção dos dois conceitos anteriores). Para além destes, surge também “*product tracking*”, capacidade de seguir a

trajetória de um produto ao longo de toda a cadeia de abastecimento e o “*product tracing*”, capacidade de identificar a origem de um produto na cadeia de abastecimento, através da informação armazenada. A Figura 4, demonstra que o fluxo da informação tem um sentido inverso ao fluxo do material, isto porque é possível armazenar o estado e as transformações, ou seja, tudo pelo qual passa um produto desde a matéria prima até a entrega ao cliente (Chopra e Meindl, 2001).

#### Rastreabilidade na cadeia de abastecimento

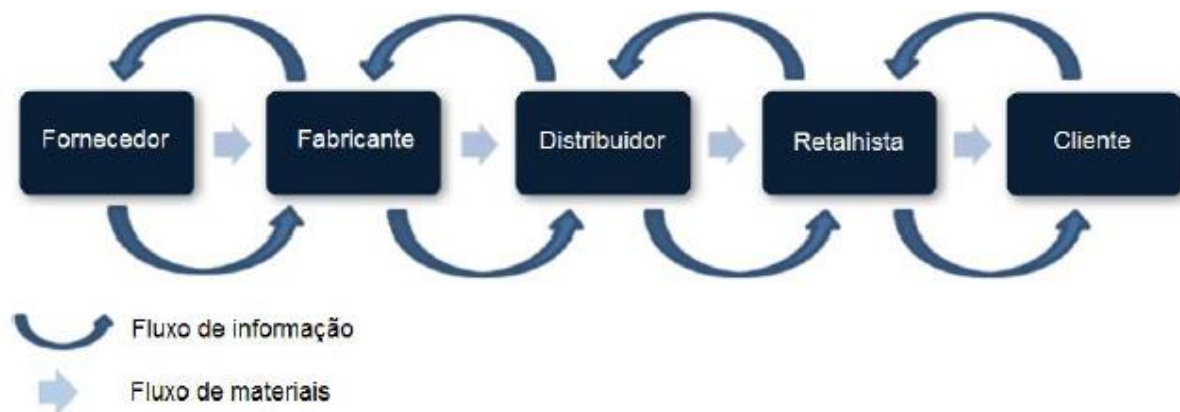


Figura 4 - Fluxos da cadeia de abastecimento - adaptado de Lezin (2001)

Relacionando os termos, podemos associar o termo *tracking* ao fluxo direto (fluxo material) por ser possível localizar o produto através de um critério ou mais, ao longo de toda a cadeia. Em contrapartida, o fluxo de informação e o termo *tracing* é tudo o que se relaciona com a capacidade de encontrar a origem e as características do produto. Esta última é muitas vezes utilizada quando é identificado um problema na qualidade do produto final.

## 2.2 Os sistemas de identificação automática

Grande parte das empresas acompanharam o grande desenvolvimento tecnológico, vivido nas últimas décadas, o que permitiu uma melhoria considerável na qualidade dos produtos e na eficiência no processo produtivo. A aplicação de tecnologias de informação na indústria, implica um grande investimento para as empresas, mas em contrapartida, permite uma diminuição nos erros humanos e em tempos de processamento. Para Kang e Lee (2013), os sistemas de identificação e obtenção automática de dados (AIDC - *Automatic Identification and Data Capture*), permitem uma integração de dados na cadeia de abastecimento, por tornarem a inserção de dados de forma automática. As principais tecnologias a reter são os códigos de barras, o *Optical Character Recognition* (OCR), *smart cards* e o sistema *Radio Frequency Identification* (RFID). Os sistemas biométricos, como impressão digital e identificação de voz, também são considerados AIDC, mas não serão abordados ao longo deste projeto.



## 2.3 Código de barras

Os códigos de barras (CB) dominam os sistemas de identificação automática presentes no nosso quotidiano há mais de 20 anos (Yang, 2010).

O código de barra é um código binário representado por uma sequência de barras brancas e pretas, largas ou estreitas, distribuídas verticalmente. A sequência pode interpretar-se numérica ou alfanumericamente. A sua leitura é realizada, através de um feixe de luz ótico emitido pelo leitor, mais propriamente, pela reflexão do feixe nas barras pretas e espaços brancos. Os CB podem ser divididos em três categorias diferentes (Yang, 2010):

- **Linear** – O mais tradicional, isto é, o que possui barras pretas verticais com diferentes espessuras, intercaladas por espaços em branco. Este tipo pode armazenar no máximo 50 caracteres.
- **Bidimensional** – Não considerados por muitos como um CB. Esta categoria tem-se expandido muito pela fácil praticabilidade e por conseguirem armazenar um número máximo de 3750 caracteres. Também conhecidos como *Qr Code* ou *Data Matrix*.



Figura 5 - Qr code e data matrix

- **Tridimensional** – Semelhante ao CB linear, com principal diferença no aspeto em que este possui relevo, ou seja, a sua leitura é efetuada através da variação do relevo e não com o contraste de cor.

O código de barra mais utilizado é o código EAN (*European Article Number*), como se pode ver na Figura 6, criado para responder à necessidade da indústria alimentar em 1976. O código EAN é uma evolução do UPC (*Universal Product Code*) americano, introduzido nos Estados Unidos desde 1973. Ambos os tipos são compatíveis (Muniz, 1999).



Figura 6 - Código de barras

O código EAN é composto por 13 números, identificador do país, identificador da empresa, número do objeto no fabricante e o número de controlo, ver Figura 7.

Apesar de ser utilizado há muitos anos, o código de barra possui vantagens importantes como o seu custo muito reduzido e a sua grande expansão. Em contrapartida, apresenta muitos inconvenientes, como o fato de ser frágil e a sua leitura efetuar-se por leitor, podendo ser substituído por qualquer indivíduo mal-intencionado. Para além disso, não pode ser lido à distância, contém pouca capacidade de armazenagem de informação e não possui nenhuma capacidade de tratamento de dados (Yang, 2010).



Figura 7 - Código EAN

## 2.4 Reconhecimento ótico de caracteres

O reconhecimento ótico de caracteres (*Optical Character Recognition* – OCR) é utilizado desde o ano 1960. Este tipo de tecnologia funciona com os caracteres concebidos de forma a que seja visível para o ser humano como para as máquinas. O OCR é utilizado, na atualidade, maioritariamente no setor administrativo e serviços bancários, nomeadamente para o encaixe de meios de pagamento.

Este sistema não é tão utilizado devido a complexidade dos leitores e do seu custo elevado (Finkenzeller, 2010).



Figura 8 - Exemplo de um OCR

## 2.5 *Smart card*

Um “*smart card*” (cartão inteligente ou cartão com chip) é um sistema eletrônico de armazenamento de dados, com uma capacidade de tratamento que, por comodidade, é incorporado numa espécie de carta plastificada, tal e qual como um cartão de crédito. Esta tecnologia apareceu em 1984, sob a forma de cartões telefónicos pré-pagos (Finkenzeller, 2010). Para funcionar, o cartão deve ser colocado num leitor, de modo a existir contato, sendo fornecido energia e os respetivos dados. A transferência dos dados entre o leitor e o cartão faz-se com ajuda de uma interface bidirecional.

Uma das principais vantagens reside no fato dos dados armazenados poderem ser protegidos contra acessos indesejáveis. Esta tecnologia simplifica e torna seguro vários serviços, como é o caso de transações financeiras. Em 1992, 200 milhões de *smart cards* foram criados em todo o mundo e em 1995 já ultrapassava os 600 milhões, o que tornou este mercado num dos setores com muito crescimento.

Em contrapartida, este tipo de tecnologia apresenta alguns inconvenientes, como a necessidade de contato entre o cartão e leitor, a possibilidade de manipulação e o fato de tornarem-se vulneráveis à corrosão e ao pó. Os leitores acessíveis ao público não podem ser protegidos contra atos de vandalismo. Os cartões inteligentes podem dividir-se em dois tipos, sendo eles os cartões de memória e os cartões com microprocessador.

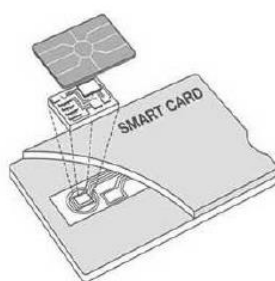


Figura 9 - *Smart card*

## 2.6 Sistemas RFID

A tecnologia RFID tem a particularidade de funcionar à distância, através do seguinte princípio, o leitor emite um sinal radio destinado às etiquetas (*tags*) que, após receber e tratar a informação, volta a enviar a informação para o leitor, isto para as etiquetas que se encontram no campo de ação do leitor. O RFID diferencia-se por possuir diferentes capacidades de memórias, diferentes frequências, alcances, assim como diferentes tipos de alimentação, entre outros (Finkenzeller, 2010).

A utilização deste tipo de tecnologia já data de há muito tempo, a uma escala muito grande, nomeadamente no setor da logística, proteção contra roubos ou identificação de animais. Durante muito

tempo, o preço e as dimensões das *tags*, assim como a pouca normalização limitaram o seu desenvolvimento e a sua expansão (Finkenzeller, 2010).

Segundo Zhu, Samar e Kurata (2012), a tecnologia RFID pode desempenhar importantes funções na rastreabilidade, uma vez que permite analisar eficazmente o processo produtivo. Com o RFID torna-se possível identificar e localizar um determinado material, o que permite ter uma melhor visão do chão de fábrica.

Nos dias de hoje, após anos de investigação, principalmente na área da nanotecnologia e esforços na normalização, o RFID “vive” um crescimento exponencial em todas as áreas (Zhu, Samar e Kurata, 2012). Já é possível produzir etiquetas com menos de um milímetro, com mais ou a mesma capacidade de memória do que outras *tags* de dimensões superiores. Por outro lado, a indústria acordou adotar o “*Electronic Product Code*” (EPC), de modo a completar e substituir os tradicionais códigos de barras, o que vai de encontro com a idealização da “Internet of things”.

A tecnologia encontra-se operacional, mas para algumas empresas a sua utilização ainda é muito dispendiosa, pelo preço elevado de algumas *tags* com características próprias. Todavia, com o passar dos anos esse custo tem tendência a diminuir. Por estes motivos, centros de desenvolvimento e pesquisa e a própria indústria têm-se debruçado sobre as potencialidades deste tipo de tecnologia e, principalmente, devido a certas limitações, como por exemplo, o alcance do sinal, colisão de *tags*, entre outras (Sweeney, 2005).

#### 2.6.1 História

Segundo Bhuptnani e Moradpour (2005) alguns fatos históricos revelaram-se importantes para o surgimento e evolução do RFID, ao longo dos anos.

**1940** - O termo RFID apareceu na 2ª Guerra Mundial, ligado ao desenvolvimento da radio e do radar. Para saber se os aviões que sobrevoavam o espaço aéreo britânico eram aliados ou inimigos. Os aliados colocavam nos seus aviões espécies de caixas, ou transponders, de modo a responder às interrogações dos radares. Este sistema conhecido por IFF (*Identify Friend or Foe*) é a primeira utilização do RFID. O primeiro estudo disponível sobre o tema é da autoria de Harry Stockman que posteriormente fora utilizado nos trabalhos de F.L. Vernon e de D.B. Harris. Estes últimos artigos são considerados como os fundamentos do RFID e descrevem os princípios que ainda hoje são usados.

**1970** - Várias empresas iniciaram pesquisas e desenvolveram projetos que aglutinassem sistemas RFID com circuitos integrados. As *tags* continuaram a evoluir, o que resultou num aumento tanto de velocidade, como de memória para escrita e distância de leitura.

**1980** - No final dos anos 1970, a tecnologia expandiu-se para o setor privado. No início de 1980, muitas empresas europeias e americanas iniciaram a fabricação de *tags* RFID. A identificação de automóveis em autoestradas e a identificação de animais foram duas das principais aplicações que surgiram na América e na Europa.

**1990** - Início da criação de várias normalizações para os equipamentos RFID, devido a forte aposta em sistemas comerciais em países europeus e na América. Aparecimento dos smart cards e adoção de sistemas RFID para controlo de ignição, por parte de alguns construtores automóvel.

**2000** - O Auto-ID Center (MIT) desenvolveu o *Electronic Product Code* (EPC), espécie de um super código de barra armazenado na *tag* RFID, com o intuito de indicar como os dados são armazenados na TAG e como estas, se comunicam com os leitores.

**2007** – O RFID faz a sua aparição em mercados como farmácia e hipermercados. Armazéns automáticos começam a ser comercializados, onde é possível fazer a separação dos objetos por categorias, com ajuda das prateleiras inteligentes.

**2016** - Em média, já se conseguia fabricar uma *tag* RFID por um preço a rondar os 7-15 cêntimos, e os investidores conseguiam um retorno de 200% desse mesmo investimento.

Para Kang e Lee (2013) no futuro, a implementação deste tipo de tecnologia irá beneficiar as empresas.

**2020** – Com as novas cimeiras tecnológicas, espera-se um crescimento exponencial, no uso de sistemas RFID nas empresas, a rondar os 24.5 mil milhões de dólares.

**2025** – Com os sucessivos avanços tecnológicos, a indústria espera atingir um preço ainda mais reduzido por *tag*, aproximadamente 5 cêntimos.

## 2.6.2 Funcionamento e componentes de um sistema RFID

A tendência é de reduzir os sistemas RFID ao papel de “códigos de barras do futuro”, mas existem inúmeras variantes desta tecnologia, mas o foco será no princípio geral (Finkenzeller, 2010).

A Figura 10, ilustra os dois principais componentes do RFID, sendo eles o leitor e a *tag*.

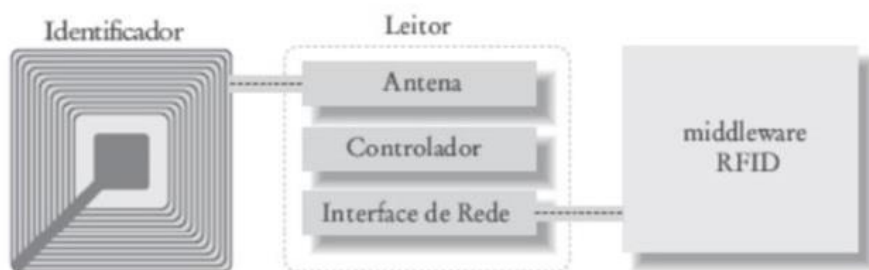


Figura 10 - Componentes de um sistema RFID - adaptado de Finkenzeller (2010)

## Tag

*Tag* ou *transponder* é uma espécie de etiqueta que possui um chip, dotado de uma memória, ligado a uma antena, com a função de armazenar dados e de os transmitir para um leitor sem necessidade de contato. Na maioria das vezes a *tag* é colada numa superfície plastificada ou incorporada num cartão, como podemos ver na Figura 11.

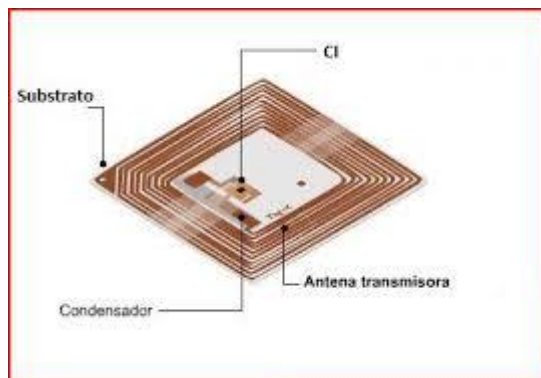


Figura 11 - Componentes de uma tag

De acordo com Santini (2008) as *tags* RFID podem ser divididas em passivas, ativas e semi-passiva ou semi-ativa.

- **Tags passivas** – não possuem uma fonte de alimentação própria, ou seja, a energia para a sua ativação e troca de dados é garantida pela tensão induzida pelo leitor. O seu tempo de vida é bastante elevado, devido à sua construção ser muito simples, normalmente constituídas pela antena e por um microchip e são bastante resistentes a severas condições ambientais.
- **Tags ativas** – ao contrário das passivas, este tipo de *tag*, possui um sistema de alimentação que lhe fornece a energia necessária para a troca de informação. A vida útil deste *transponder* é de 2 a 7 anos, consoante a grau de utilização. É constituída pela antena, microchip, sistema de alimentação e ainda um módulo de ligação para sistemas eletrónicos.
- **Semi-ativas** – é uma espécie de junção dos dois tipos, isto é, este tipo possui uma bateria própria e sistemas eletrónicos, no entanto, a energia é-lhe fornecida pelo leitor. A bateria é utilizada para alimentar o circuito interno e realizar algumas tarefas simples, uma vez que é o campo eletromagnético criado pelo leitor que alimenta a *tag*.

## Leitor

O leitor, consoante a tecnologia utilizada pode efetuar a leitura, mas também pode escrever dados na *tag*. Emite ondas rádio e campos magnéticos, ficando à espera de alguma resposta por parte da *tag* que se encontra no seu campo de ação. O leitor pode ser móvel ou fixo, ver Figura 12 e contém tipicamente

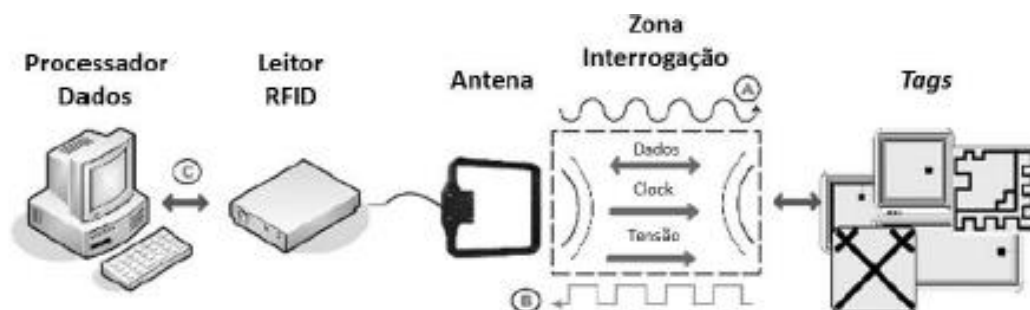
um emissor, um recetor e uma interface de controlo. A maioria dos leitores fornecem uma interface adicional de modo a transferir os dados recebidos a outros sistemas, como por exemplo computadores (Finkenzeller, 2010).



*Figura 12 - Leitor fixo*

### 2.6.3 Comunicação

Quando a *tag*, que geralmente não possui alimentação própria, não se encontra no campo de ação de um leitor, esta fica em modo passivo. Tanto a energia como os dados necessários à ativação e ao funcionamento da *tag* são-lhe fornecidos pelo leitor, como se pode ver na Figura 13. Desta forma, é possível distinguir dois tipos, a comunicação por campo eletromagnético e a comunicação por onda rádio.



*Figura 13 - Comunicação leitor e tag - adaptado de Finkenzeller (2010)*

A comunicação por campo eletromagnético, no caso de frequências baixas alguns MHz, faz com que a corrente alternativa na antena do leitor induza uma corrente na antena da *tag*, o que alimenta o chip. O chip efetua as operações de transmissão de dados, originando uma modelação de amplitude ou de fase na frequência correta. O leitor recebe as informações, que transforma em código binário. Em sentido contrário, do leitor para o chip, as informações transmitem-se segundo o mesmo princípio, através da modulação. Quanto menor for a frequência, maior será o número de voltas que a antena terá, isto é, para originar a voltagem suficiente. Isto aumenta a complexidade e os custos de fabricação.

A comunicação por ondas rádio, nomeadamente para frequências superiores a 1 MHz ou no caso da *tag* encontrar-se mais afastada do que a distância certa do leitor, torna impossível a transmissão dos dados por modulação, ou seja, utiliza-se a reflexão de ondas rádio. Eletronicamente a *tag* modifica a impedância (resistência de determinada corrente elétrica aquando da aplicação de uma certa tensão elétrica) elétrica da antena, reenviando uma parte das ondas rádio ao leitor. O leitor que é dotado de um recetor muito sensível, descodifica os dados da *tag* segundo o tipo de reflexão recebida (Finkenzeller, 2010).

Também se pode distinguir dois tipos de sistemas, *Full-Duplex (FDX)* e *Half-Duplex (HDX)* e sequencial. Para o caso do FDX, a troca de informação entre a *tag* e o leitor ocorre em simultâneo, o que não acontece com o HDX, isto é, a troca de informação entre as componentes ocorre em intervalos de tempo diferentes. Para o FDX e o HDX, o fornecimento de energia para a *tag* é constante o que não acontece em relação ao sequencial, uma vez que a energia apenas é fornecida à *tag*, aquando da troca de dados do leitor para a *tag*.

#### 2.6.4 Acoplamento e alcance

A Figura 14 esquematiza os tipos de acoplamento entre o leitor e a *tag*. Para os sistemas FDX e HDX (Finkenzeller, 2010):

- **Acoplamento Indutivo:** comunicação por campo eletromagnético com alta frequência, gerado pelo leitor que alcança a *tag*, originando uma corrente e desta forma inicia-se a troca de dados. O seu alcance de leitura é muito baixo, daí ser utilizado maioritariamente em sistemas de controlo de acessos.
- **Propagação de Ondas:** permite uma distância de interação maior entre o leitor e a *tag*. O funcionamento deste tipo de sistema, baseia-se em ondas refletidas, como é o caso dos radares.
- **Acoplamento de Contato (Close Coupling):** para distâncias muito baixas, a rondar 0.1 e 1 cm. O seu funcionamento é idêntico ao de um transformador, ou seja, uma corrente alternada passa pelo enrolamento do leitor, o que gera um fluxo magnético, que passa pelo enrolamento da *tag*, alimentando-o.
- **Acoplamento Elétrico:** como o próprio nome indica, este sistema é formado por um campo elétrico de alta frequência, gerado pela tensão aplicada no eletrodo do leitor. Por sua vez, a *tag* é constituída por duas placas condutoras e sempre que estas sejam intercetadas por um campo elétrico, uma tensão é gerada entre elas, o que lhes fornece energia para o seu funcionamento.

Para os sistemas Sequencial a interação entre as componentes pode ser através de acoplamento indutivo ou *Surface Acoustic Wave (SAW)*. As *tags* designadas por SAW não possuem microchip e funcionam



através do impulso elétrico aplicado pela antena proveniente do leitor, que gera ondas que se propagam ao longo da superfície. Algumas ondas são refletidas e outras absorvidas pela placa piezoelétrica. Os sinais refletidos representam os dados da *tag*, que voltam a ser convertidos para sinal RF e assim, retransmitidos para o leitor.

Com o desenvolvimento nesta área, a cada ano que passa, os sistemas RFID são concebidos com um melhor alcance, uma vez, que as *tags* consomem menos e com a mesma frequência (Finkenzeller, 2010).

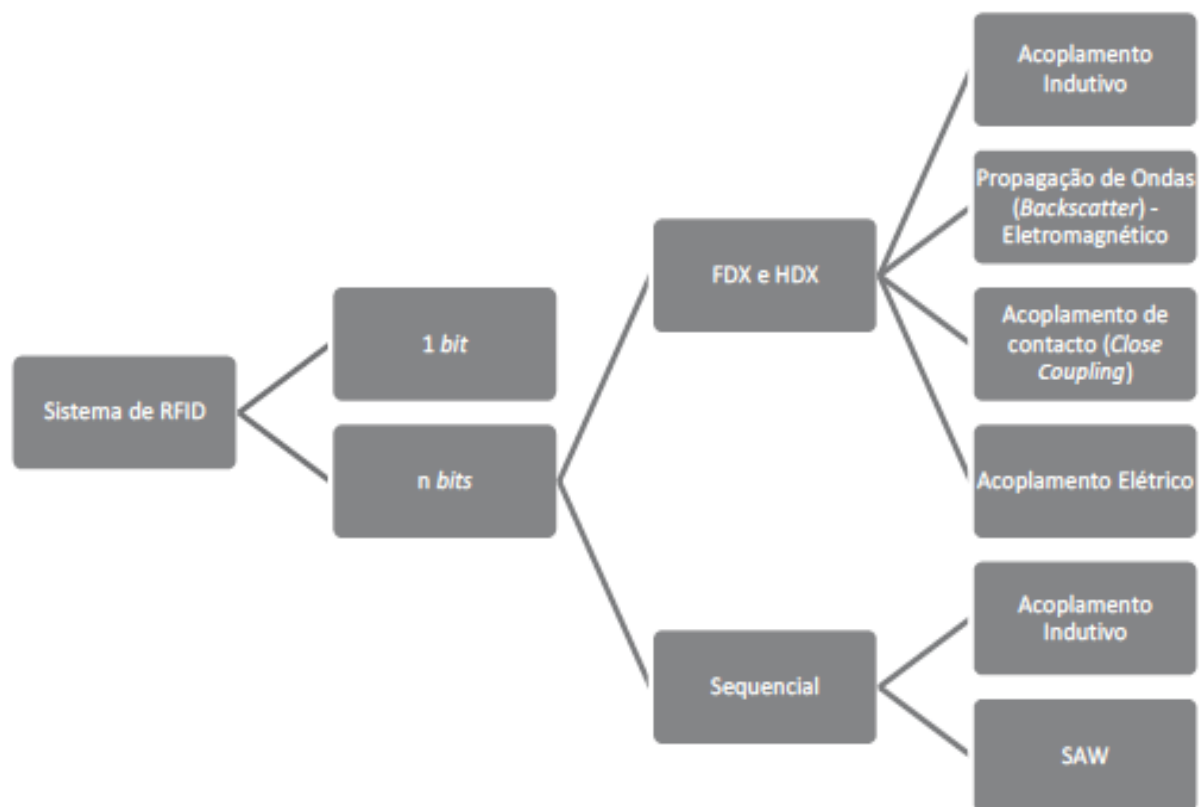


Figura 14 - Modos de operação RFID - adaptado de Finkenzeller (2010)

#### 2.6.5 Alimentação

A etiqueta passiva não dispõe da sua própria fonte de energia, toda a energia necessária ao seu funcionamento é-lhes fornecidas pelo leitor.

A *tag* semi-ativa ou ativa possui uma bateria. Esta bateria apenas serve para o funcionamento do microprocessador ou retenção dos dados. Este tipo de sistemas pode emitir os dados de maneira automática. Este tipo de chip tem melhor alcance, melhor capacidade de cálculo e de memória, mas têm uma esperança média de vida mais curta, são mais volumosas e com um custo de produção mais elevado (Bhatt & Glover, 2007).

### 2.6.6 Frequências

Os sistemas RFID originam e refletem ondas eletromagnéticas, mais propriamente ondas rádio, que são restritos à legislação em vigor e depende de país para país. Daí a necessidade de se ter em atenção, para que o sistema RFID não interfira no bom funcionamento de outros sistemas rádio, como a televisão, serviços de emergência, telemóveis entre outros. Apenas se deve utilizar as frequências especificamente reservado às aplicações industriais, científicas ou medicas. Esse grupo de frequência é designado por ISM (*Industrial-Científica-Medical*), por outras palavras, as ISM's estão ligadas por bandas reservadas, segundo Bhatt & Glover (2007).

De acordo com Mota (2006), as ondas usam frequências entre 30 kHz a 300 GHz, mas somente algumas bandas podem ser utilizadas pelos sistemas RFID, como demonstrado na Tabela 1.

*Tabela 1 - Frequências Sistema RFID*

Nome	Faixa de frequência	Frequência ISM	Função/Aplicação
LF	30-300 kHz	<135 kHz	Rastreabilidade em animais e controlo de acessos.
HF	3-30 MHz	6.78 MHz, 13.56 MHz, 27.125 MHz, 40.680 MHz	Rastreabilidade de malas, smart cards, controlo de acessos.
UHF	30 MHz – 1 GHz	433.920 MHz, 869 MHz, 915 MHz	Rastreabilidade na cadeia de abastecimento, gestão de armazéns.
Micro-Ondas	> 1 GHz	2.45 GHz, 5.8 GHz, 24.125 GHz	Código de barras EAN, Via verde.

### 2.6.7 Memória

A capacidade de memória dos *transponders* RFID pode ir dos *bits* até centenas de *kbytes*. O caso de 1 *bite* é particular, pelo fato da informação binária permitir assinalar ao leitor dois estados, (o *transponder* está no campo) e (o *transponder* não está no campo). À primeira vista pode parecer pouco, mas é o suficiente para funções de supervisão ou de intrusão. O *transponder* de 1 *byte* não precisa de chip eletrónico, podendo ser fabricado a um preço muito baixo. Estes *transponders* são geralmente utilizados em *Electronic Article Suveillance* (EAS) para proteger os bens das lojas e das empresas. Qualquer

mercadoria que ainda não foi paga possui uma *tag* ainda ativa, que será detetada pelo leitor à saída da loja (Mota, 2006).

As memórias podem ser de leitura, mas também de leitura/escrita. Nos sistemas mais simples, os dados dos *transponders*, no geral um simples número de série, é escrito no chip aquando da fabricação e não pode ser alterado. Em sentido inverso, nos sistemas mais complexos, o leitor pode escrever os dados no *transponder*. Segundo Bhuptnani e Moradpour (2005) existem três tipos de memória que podem ser utilizados:

- **Ready-Only (RO)** – apenas podem ser programáveis uma única vez, na fase de fabricação, mantendo-se inalterável ao longo do seu tempo de vida.
- **Read-Write (RW)** – podem ser programáveis inúmeras vezes.
- **Write once, read many (WORM)** – como o próprio nome indica, este tipo pode ser programado apenas uma vez, mas pode ser lida inúmeras vezes.

Nos sistemas programáveis, os acessos à memória devem ser autorizados pelo chip, tanto na leitura como na escrita.

#### 2.6.8 Formato das *tags*

No mercado é possível encontrar vários formatos e tamanhos de etiquetas, como podemos ver na Figura 15. O formato da *tag* dependerá de sua aplicabilidade.



Figura 15 - Formatos de tags

### 2.6.9 Capacidade de processamento de informação

Em relação à capacidade de processamento de informação consegue-se distinguir três tipos de sistemas, *low-end*, *mid-range* e *high-end systems* (Finkenzeller, 2010).

*Low-end systems* controla a presença de um *transponder* na zona de ação do leitor. Os *transponders* com um microchip, mas apenas de leitura, pertencem a este tipo de sistemas. Os dados são codificados permanentemente e consistem habitualmente, num número de série único. Estes sistemas funcionam em todas as frequências. O alcance é considerado grande, devido ao baixo consumo de energia. A sua utilização restringe-se quando se necessita de poucos dados, como por exemplo substituir os códigos de barra, na logística, na identificação de paletes, contentores, mas também para identificação de animais.

*Mid-range systems* nesta categoria encontra-se muitas memórias com inúmeras aplicações diferentes. O tamanho da memória varia a partir de alguns bytes. Os *transponders* podem tratar de comandos simples para ler e escrever dados. No geral, também seguem procedimentos anticolisão, de modo a que vários *transponders* que se encontram no mesmo campo de ação, de um determinado leitor não interfiram com o envio dos dados uns dos outros. Alguns destes sistemas implementam procedimentos criptográficos de autenticação e também funcionam em todas as frequências.

*High-end systems* são geralmente munidos de um microprocessador e de um sistema operacional (*smart cards*). O microprocessador facilita a realização de aplicações complexas, algoritmos e autenticação. O tempo de processamento é bastante reduzido, mas os *smart cards* podem servir para aplicações que necessitam de algo mais robusto, como os sistemas dos bilhetes nos transportes públicos. A transmissão de dados é descrita na ISO 14443 e a maioria funciona para frequências de 13.56 MHz.

### 2.6.10 Software do sistema RFID

Os softwares utilizados num sistema RFID variam consoante a aplicabilidade e os requisitos pedidos pelo cliente (Bhuptnani e Moradpour, 2005). O *middleware* irá alimentar a BD com a informação recolhida e tratada pelo leitor RFID. Em termos de *software* para impressão e gravação das *Tag's* ficará ao encargo do *software* Bartender, que fará a ponte entre a informação da BD e o produto.

#### *Software do leitor*

Este *software* permite que o leitor e a *tag* interagem de forma direta, com funções básicas de leitura e escrita de dados. O leitor transmite o sinal a *tag*, de modo a que esta acesse à sua memória, para ler os dados e posteriormente devolver a informação pretendida.

### *Middleware*

A principal função do *middleware*, também denominada por camada intermédia, é a de interligar todos os leitores e tornar possível a obtenção de dados através de todos eles. Por outras palavras, o *middleware* desempenha funções de monitorização dos leitores e controlo do fluxo de mensagens e dados transmitidos pelo sistema RFID.

#### 2.6.11 Segurança

Os construtores de sistemas RFID encontram o mesmo tipo de problemas que os fabricantes de chips, isto é, como impedir que qualquer indivíduo possa ler, modificar ou fabricar, ou até duplicar os dados de uma etiqueta de modo a perturbar o sistema e eventualmente obter de forma fraudulenta o acesso a um prédio privado ou serviço?

No caso dos sistemas RFID, o fato que a troca de informação seja efetuada através de ondas rádio, ou campo eletromagnético, acrescenta uma dimensão adicional ao problema. A ameaça que pesa nos *smart cards*, com o contato físico é reforçado pelo fato que qualquer hacker pode interagir com uma *tag* RFID à distância, sem o conhecimento do seu proprietário legítimo.

Durante a conferência de segurança informática *Blackhat* 2004, um consultor alemão Lukas Grunvalot apresentou o software livre *RF Dump*, que permite ler e modificar diferentes tipos de tags RFID. Também existe uma biblioteca de funções em linguagem C, escrita pelo francês Loïc Dachary, para dialogar com sistemas RFID.

#### 2.6.12 Problemas técnicos

Como qualquer tecnologia, os sistemas RFID apresentam algumas restrições, em relação ao seu funcionamento (Finkenzeller, 2010), (Bhupthani e Moradpour, 2005), (Kang e Lee, 2013) e (Lahiri, 2006).

#### Orientação das antenas

As *tags* RFID não necessitam de ligação ótica para funcionar, mas os leitores não podem comunicar normalmente com uma *tag* cuja antena se encontre orientada perpendicularmente a antena do leitor. Se vários produtos são dispostos aleatoriamente numa base ou caixa, existe a possibilidade do leitor não ler o material corretamente.

Se muito dos produtos não podem ser redirecionados, então é necessário alterar a orientação do leitor ou utilizar antenas menos sensíveis à orientação. Para resolver de forma mais económica, pode-se instalar várias antenas e ligá-las leitor após leitor.

### Colisões

As primeiras *tags* RFID fabricadas nos anos 1960, funcionavam através de baixas frequências. Atualmente, as frequências elevadas, tipicamente na banda UHF, melhora a capacidade de um leitor ler várias *tags* que se encontre no seu campo de ação. A taxa de transferência é maior e os dados de cada *tag* são transmitidos mais rapidamente, reduzindo a probabilidade de colisão entre os dados de cada *tag*.

De forma a reduzir as hipóteses de duas ou mais *tags* emitirem os dados ao mesmo tempo (colisão), as *tags* utilizam um protocolo anticolisão para controlar o tempo de resposta de cada uma (este tempo depende do número de *tags* instaladas).

### Múltiplos leitores

A maioria dos leitores não foram criados para funcionarem na presença de outro leitor que lê as etiquetas ao mesmo tempo. A ISO tem-se debruçado sobre esta temática, ao longo dos anos, de modo a regular novas normas de funcionamentos.

### Normas

O desenvolvimento de normas standards é da responsabilidade do comité técnico da ISO, União Internacional das Instituições Nacionais de standardização, como é o caso da DIN (Alemanha), ANSI (USA), AFNOR (França), ou SNV (Suíça).

As etiquetas RFID funcionam segundo as normas como ISO 14443 (13.56MHz) ou EPC global (96 bits – 915 MHz). Num mundo ideal toda a indústria optaria pela mesma norma. Por razões comerciais, não é o caso, por exemplo a Walmart utiliza EPC global, enquanto que a Nokia utilizava a norma ISO 14443.

### Materiais de embalagem

Como as ondas rádio podem ser perturbadas por certos tipos de embalagem, nomeadamente materiais ferrosos, deve-se ter em conta o tipo de material de modo a evitar erros de leitura ou processamento de dados.

### Custos

Um dos problemas principais dos sistemas RFID reside nos custos de fabricação. Apesar de ao longo dos anos ter-se notado uma diminuição de preço, algumas *tags* permanecem caras, principalmente, as mais robustas e com melhores capacidades, o que se torna economicamente inviável para muitas empresas, principalmente quando o produto tem um custo mais baixo. Com o desenvolvimento da nanotecnologia, assim como de todo o tipo de tecnologia, acredita-se que no decorrer dos próximos anos, o custo continue a baixar.

### Formato dos dados

O formato dos dados enviado pelas etiquetas *read-only* é estandardizada, mas as ditas regraváveis fornecem uma memória *flash* que o utilizador pode usar como desejar. Normalizar todos os tipos de dados seria uma vantagem, nomeadamente para que todos os parceiros pudessem tratar os dados guardados uns pelos outros.

### 2.6.13 Aplicações

Os sistemas RFID foram utilizados vários anos em aplicações relativamente clássicas. A evolução tecnológica permitiu a sua expansão para outros domínios, o que suscitou importantes questões relativas ao respeito da vida privada, proteção de dados e da liberdade.

Ao analisar os diferentes tipos de RFID, enunciam-se algumas aplicações deste sistema, como é o caso do anti-roubo nas lojas, o controlo de acesso, logística, identificação de cargas e de animais. O RFID também pode ser utilizado para identificar bagagens nos aeroportos, os livros nas bibliotecas, documentos nas empresas, sistemas de via verde, assim como outras aplicações que se podem ver na atualidade.

Estas aplicações expandiram-se rapidamente, a guerra no Iraque permitiu às tropas americanas utilizarem sistemas RFID a larga escala. Todos os bilhetes vendidos para o Mundial na Alemanha em 2006 assim como as posteriores, tinham em si *tags*. Algumas máquinas de lavar são capazes de indicar qual o melhor programa de lavagem em função da quantidade de roupa colocada no seu interior.

As *tags* podem fazer mais do que enviar um simples número, elas podem associar-se a recetores e memorizar as temperaturas de stock da carne, de maneira a prevenir riscos de contaminação e avaria (Sarac, 2010).

Como se pode verificar pela análise de vários autores, existem muitas aplicações (Ngai, 2008), (Domdouzis, 2007) e (Seriot, 2005):

Aplicações na logística: a etiquetagem RFID permite assegurar o rastreio dos produtos em fabricação, em stock e em distribuição o que melhora a cadeia de abastecimento.

Controlo da qualidade: assegurando que ferramentas, matérias primas e compostos necessários encontram-se disponíveis. Nesta seção também podemos colocar a luta contra a contrafação de medicamentos, assim como notas.

Identificação: desde documentos administrativos (passaporte), bagagens (aeroportos), roupas e animais ou seres humanos (controlo de acesso ou gestão de provas de corridas).

Rastreabilidade: para verificar o percurso dos livros nas bibliotecas, origem e data de validade de produtos especiais, como os sacos de sangue.

Luta contra o roubo: nas lojas assim como para os veículos que funcionam através de carta RFID, proteger os bens de lojas ou empresas.

Pagamento: após identificação, no sistema de transporte público, metros, autocarro, nos parques de estacionamento, via verde, postos de abastecimento através de acoplamento com o telemóvel.

Aplicações científicas ou técnicas: para armazenamento de informação por postos de observações ou a nível de pontos de controlo.

Para além das aplicações nas áreas mais técnicas, esta tecnologia pode ser utilizada para reduzir os erros médicos, melhorar a segurança dos pacientes e melhorar a qualidade dos serviços nos hospitais, como por exemplo:

Assistência aos portadores de deficiência: para pessoas com graves problemas de visão ou cegas, o TellMate é um pequeno aparelho que permite ler uma *tag* passiva colado pelo utilizador em objetos pessoais. O conjunto *tag* + objeto aliado a um áudio gravado, permite ao utilizador saber que tipo de objeto se encontra na sua frente, através de um leitor portátil e desta forma distinguir cartões de crédito, chaves, cd's, garrafas.

A vila italiana Laveno equipou-se com uma densa rede com mais de dois mil e duzentos *transponders*. Esta rede permite que pessoas com dificuldades na visão, possam beneficiar de informações de navegação, necessitando de um leitor incorporado na cana e de um *smartphone* adaptado. A cana ao passar perto da *tag*, transmite a informação para o *smartphone* que contem uma base de dados. As informações são transmitidas por *Bluetooth* para uns auriculares.

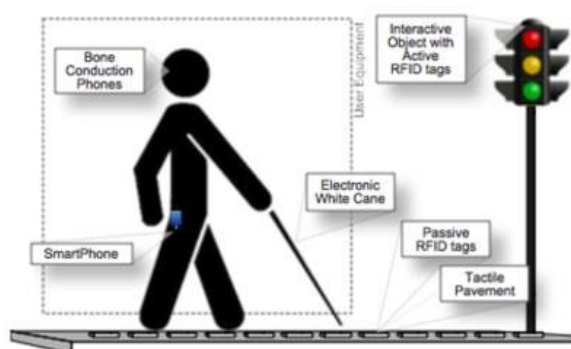


Figura 16 - RFID para invisuais - Domdouzis (2007)

Gestão de hospitais: os instrumentos como os que são utilizados em cirurgia, podem conter uma *tag* que pode rastrear o grau de limpeza, esterilização e disponibilidade. Os *chips* podem assegurar a rastreabilidade do sangue doado com ajuda de um sistema que possui um recetor de temperatura o que



permite o controlo permanente ao longo de toda a cadeia de frio. Este seguimento permite evitar a destruição das doações devido a dúvida em relação a cadeia de frio.

Controlo de saúde: as pulseiras dadas aos pacientes substituem as folhas de saúde. O número do médico e da enfermeira que tratam o paciente estão guardados no *chip*, que está ligado a uma base de dados. Toda a informação importante acerca do paciente, pode ser lido por um leitor RFID que pode ser fixado em cada quarto, ou por um dispositivo eletrónico, como os *PDA's* ou *tablets*.



*Figura 17 - RFID e o controlo medical*

Implantes inteligentes: a utilização deste tipo de implantes começou em alguns hospitais americanos. Para além de conter os dados de tratamento do paciente, estes implantes também podem efetuar a medição de temperatura da glicose, entre outros, por possuírem recetores.

- Intervenção: a tecnologia RFID pode intervir a distância e fornecer tratamentos automatizados, sendo útil para utentes que preferem ficar em casa.
- Rastreabilidade: possibilidade de localizar qualquer equipamento médico em tempo real.
- Alertas e alarmes: algumas aplicações RFID podem desencadear alertas ou alarmes especialmente criados para proteger os utentes de riscos após uma intervenção cirúrgica (transfusão sanguínea, administração de medicamentos, controlo de higiene).
- RFID com sensores: uma etiqueta RFID integrada com um sensor ou numa rede, podem por exemplo controlar a temperatura de produtos sanguíneos, enviar o estado fisiológico do paciente, permitir um seguimento contínuo, identificação do paciente e identificar o local dos pacientes em caso de urgência. Este sistema pode rastrear todos os produtos e seguir todas as transações do início ao fim da cadeia de abastecimento na indústria farmacêutica, o que beneficia na luta contra os produtos contrafeitos e para proteger as marcas dos medicamentos.

- Localização: médicos, enfermeiros e pacientes podem utilizar *tags* com o objetivo de identificar e localizar cada interveniente.



*Figura 18 - Implante RFID - Seriot (2005)*

### Passaporte biométrico

Com o passaporte biométrico os dados biométricos são guardados num *chip* RFID integrado no documento. Os dados armazenados são os pessoais (nome, data de nascimento, tamanho, número de passaporte), assim como uma foto numérica e duas impressões digitais do proprietário.

A autenticidade dos dados é tecnicamente garantida pela utilização de uma assinatura eletrónica. Para além dos dados estarem armazenados no passaporte, os dados também são alocados numa base de dados centralizada.

O *chip* RFID permite a leitura à distância de informações, sem contato físico com o passaporte.

### **Segurança do passaporte biométrico**

De modo a que o acesso aos dados seja interdito a todas as pessoas não autorizadas (por exemplo leitura por qualquer indivíduo que passe próximo de um passaporte), o passaporte está dotado de um procedimento de controlo de acesso designado por *Basic Access Control* (BAC). O BAC prevê que a leitura do *chip* RFID apenas é possível após leitura de uma zona ótica situado no interior do passaporte, a *Machine Readable Zone* (MRZ).

Teoricamente é possível aceder ao conteúdo de um *chip*, após ter previamente efetuado uma leitura visual. Uma vez a zona lida, uma chave é calculada a partir da data de nascimento, da data de expiração e do número de passaporte, que permite a leitura do *chip* RFID.

Uma equipa de pesquisa da Escola Politécnica Federal de Lausana (EPFL), liderada pelo professor Vaudenay, a partir dos trabalhos de Adam Laurie (especialista em segurança e Diretor da *Aperture Labs*),

demonstrou ser possível aceder ao conteúdo do *chip*, em apenas quatro horas, sem utilizar o MRZ, ou seja, não seria tão seguro quanto as pessoas pensavam.

O ponto fraco do dispositivo reside no fato de a chave secreta ser calculada a partir de informações não secretas.

Deste modo, a equipa conseguiu aceder ao conteúdo do *chip* e clonar os dados noutra *chip* virgem, abrindo as portas para o fabrico de passaportes falsos. Com isto, a possibilidade de roubo de identidade passou a ser possível.

No que toca às impressões digitais, um procedimento teoricamente mais seguro é considerado, designado por *Extended Access Control* (EAC).

Para que um aparelho de leitura possa aceder às impressões digitais, é necessário um certificado eletrónico entregue pelo governo. O passaporte controla o certificado e não transmite os dados seguros que ele contém e apenas se certifica se for válido.

Os certificados dos aparelhos de leitura têm uma durabilidade mais restrita, sendo necessário renovar através da entidade *Public Key Infrastructure*.



Figura 19 - Passaporte biomédico

### Sistema NFC (*Near Field Communication*)

O sistema NFC é uma aplicação que utiliza a tecnologia RFID a uma frequência de 13.56 MHz destinado ao reconhecimento mútuo a curta distância (0 a 20 cm). Os campos de aplicação desta tecnologia são os sistemas de pagamento e as comunicações entre dispositivos eletrónicos tais como telemóveis, PC's, PDA's, televisão, consolas de jogos, entre outras. As vantagens desta tecnologia são a identificação mútua entre dispositivos e a sua curta distância de utilização que torna pouco provável o acesso ilegal ou interferências da comunicação sem que o operador repare. A utilização de um modo de comunicação passivo permite a durabilidade das pilhas ou baterias.

Os avanços tecnológicos permitem a cada ano diminuir a quantidade de energia necessária para alimentar as *tags*, isto é, um PDA, que funciona com pilhas, pode ter o mesmo poder de cálculo que um

PC dos anos 90s. A cada ano, os sistemas RFID podem ser concebidos com um melhor alcance, uma vez que as etiquetas consomem menos, na mesma frequência (Finkenzeller, 2010).

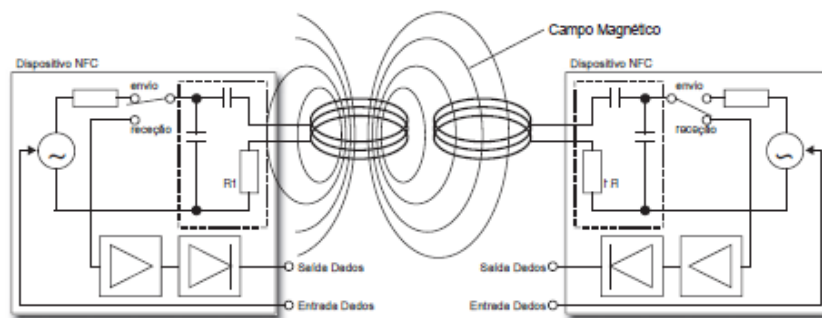


Figura 20 – Funcionamento NFC - adaptado de Finkenzeller (2010)

## 2.7 Eletronic Product Code (EPC)

Para Finkenzeller (2010) entre todas as aplicações do RFID existe uma que há muito constitui um problema, que é a atribuição de um código individual a cada objeto. Para solucionar este problema a indústria adotou uma norma, a chamada *Eletronic Product Code* (EPC), uma espécie de rede global normalizada, que permite etiquetar e seguir tudo o que é expedido, armazenado ou vendido. Basicamente, o EPC permite numerar virtualmente todos os objetos do planeta, com o objetivo de antecipar a procura, reduzir os stocks e prevenir qualquer tipo de quebra.

A norma EPC foi elaborada em estreita colaboração com o mundo académico, pelo *Auto-ID Center*, um centro de pesquisa baseado no MIT criado e financiado pelo setor industrial, com laboratórios nas mais prestigiadas universidades do mundo.

Os laboratórios continuaram as suas pesquisas (sobre o EPC) noutro nome, visto que o *Auto-ID Center* passou a designar-se EPC global, uma instituição com o objetivo de promover a utilização da norma EPC. Como o código de barra EAN, o EPC é um número. Ele é mais longo do que o código EAN, mas ao invés de imprimir na forma de barras paralelas, ele é armazenado numa tag RFID. Por exemplo, duas latas de atum têm o mesmo código de barra EAN, mas códigos EPC diferentes. Apenas os dois últimos bits diferem, pois identificam o produto de maneira única. Podemos representar o código EPC-96 como um código EAN com um identificador único a mais.

A IBM aderiu à EPC e fabrica softwares que utilizam o padrão EPC para sincronizar os dados entre sistemas informáticos de empresas que trabalham juntos, eliminando assim erros custosos, como a perda de dados e problemas de segurança.

Com o desenvolvimento da tecnologia avançamos a passos largos para um futuro mais digital e mais automatizado. Por exemplo, acredita-se que os supermercados funcionarão sem caixas, mas com leitores

RFID, que debitarão o cartão de crédito automaticamente (como já é possível ver em grandes superfícies). Nos EUA já vemos alguns postos de serviços e comércios com este tipo de funcionamento. Apesar de a tecnologia funcionar muito bem, os custos das *tags* ainda permanecem um pouco elevados, com valores a rondar os 0.20€ até 90€, dependendo das características (Finkenzeller, 2010).

Muitas empresas, membros da EPC-global, como a Coca Cola, Pepsi, Gillette, Johnson & Johnson, produzem mais de 20% de tudo o que é produzido no mundo e já utilizam *tags* RFID nas paletes, de modo a facilitar todo o processo da cadeia de abastecimento (Mota, 2006).

### 2.7.1 Arquitetura da rede EPC

O novo standard EPC não especifica somente um formato comum para os números dos produtos, mas cria um sistema completo, uma rede de informação designado por “Internet das coisas”. Esta rede tem os seguintes constituintes Finkenzeller (2010) e (Mota, 2006).

Código EPC – *Electronic Product Code*, este código identifica cada objeto de maneira homogénea. O código funciona como uma chave numa base de dados.

Serviço ONS – *Object Naming Service*, serviço informático que, através dos nomes de servidores (DNS) encaminha as informações na internet, indicando o local onde se encontra os dados relativos aos objetos.

Linguagem PML – *Product Mark-up Language* é uma linguagem, baseado no XML, que permite descrever os objetos, nomeadamente as características como a dosagem, data de validade, cor, incompatibilidades de medicamentos, etc. Também descreve dados dinâmicos, como o volume, temperatura, pressão, entre outros.

Software Filter – Software presente em cada ponto de venda de tratamento, que funciona como um “filtro” e comunica com outros filtros, alocados separadamente. O *Filter* tem como objetivo agilizar e homogeneizar os dados, de coordenar os leitores RFID, saber quais os dados a comunicar, ou não, e a quem, para além de fiscalizar o estado do sistema. Sucintamente, trata-se do sistema nervoso da rede EPC.

### 2.7.2 Direitos e liberdade dos consumidores

Se para alguns indivíduos os sistemas RFID podem simplificar a vida, também são considerados por outros ameaças para o respeito da vida privada e da liberdade individual. As aplicações que parecem mais inofensivas, como os bilhetes de transporte público, indicam o trajeto de qualquer pessoa no sistema informático. Desta forma, o administrador do sistema ou outros indivíduos, autorizados ou não, podem ter acesso ao histórico de viagem de qualquer indivíduo. Onde esteve certo indivíduo? A que horas? Onde foi?

Num supermercado, qualquer cliente com cartão de fidelidade com *tag* RFID inserida, pode ser seguido, de modo a registar os movimentos desse mesmo cliente dentro do supermercado, para uma melhor organização dos produtos nas prateleiras, assim como possuem o histórico de compras. Estes aspetos acabam por constituir uma grande base de informação para os gerentes do supermercado e principalmente para a área de Marketing.

Para Katherin Albrecht, diretora da antiga Associação CASPIAN, um dos principais riscos seria a identificação de um indivíduo através das etiquetas RFID. “Se as sapatilhas que eu calço, são associados à minha identidade, é possível seguirem-me por todo o lado”. Ela imagina outros tipos de serviço, como “Um aspirador poderá deixar de funcionar se detetar que o saco que acabamos de colocar não é da marca do fabricante, o que poderá ser replicado para todos os aparelhos eletrónicos que utilizam consumíveis, como por exemplo as impressoras” (Seriot, 2005).

Num dos maiores parques de atração da Europa, o legoland na Dinamarca, disponibiliza pulseiras eletrónicas que indicam a posição das crianças todos os 8 segundos Finkenzeller (2010).

Também existe outros sistemas RFID que os cidadãos não podem evitar, como os sistemas de controlo de presenças nas empresas, através do uso de um cartão ou de uma roupa própria que contém uma *tag*. No distrito de Stampa no Texas, as escolas registam a hora de chegada e saída dos seus cerca de 2800 alunos, com ajuda do sistema de vigilância que funciona com *chip* RFID.

O Banco Central Europeu (BCE) já pensou em colocar *tags* nas notas, o que levaria a muitas vantagens, como contar uma enorme quantidade de notas de forma mais rápida, saber a sua origem ou lutar contra o branqueamento. Por exemplo, a possibilidade de invalidar notas que tenham sido roubado. Por outro lado, inúmeras questões surgiram, “Quem poderia saber o quê?”, “Será que um comerciante poderia saber, quanto dinheiro o cliente que acaba de entrar tem?”, “Um ladrão também poderia ter acesso?”, “Por quem poderiam estes dados ser utilizados?”.

Desde 2004, a agência de saúde e segurança americana (*Food and Drug Administration*) autorizou os hospitais a implantar *tags* no corpo dos pacientes, para fins de acompanhamento médico. Numa vila do México, decidiu-se implantar *tags* fabricadas pela Verichip no braço de 18 oficiais, o que lhes permitia aceder aos ficheiros centrais da polícia.

A associação americana *Electronic Frontier Foundaton* e a antiga CASPIAN eram os opositores mais acérrimos à implementação de *tags* RFID, uma vez que os consumidores americanos não estavam totalmente protegidos, o que os levou a elaborar um projeto para criação de leis de modo a proteger o consumidor (Gencod, 2001).

## 2.8 Análise financeira

Para evitar riscos financeiros desnecessários, torna-se imperativo a realização de uma análise financeira, de qualquer tipo de investimento, que determinada empresa tencione investir. Esta análise tem como objetivo a avaliação das incertezas relacionadas com todas as operações financeiras de uma empresa, isto é, tem como principal objetivo o auxílio na tomada de decisão, de modo a evitar os tais riscos desnecessários ou minimizar o impacto negativo, desse mesmo investimento para a empresa.

Para Barros (2007) existem dois tipos de ativos: financeiros e reais que dizem respeito aos investimentos que tencionam alcançar determinado objetivo baseado na estratégia da empresa.

Os investimentos sobre ativos financeiros, correspondem a uma aplicação de fundos com o propósito de obter rendimento (Murad, 1962). Por outro lado, no que toca a investimentos sobre ativos reais, estes, focam-se nas despesas com bens ou serviços que não se destinam a ser consumidos ou alienados (Silva e Queirós, 2013).

Relativamente à análise financeira o foco principal será em relação aos critérios de avaliação de projetos de investimento, como o Valor Atual Líquido (VAL), Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) e o *Payback* do investimento.

A explicação do critério subjacente a esta temática, ou seja, cash-flow (CF) ou fluxo de caixa (FC) torna-se importante para uma melhor explicação e análise dos critérios de avaliação.

Para Mortal (2006), este conceito indica os fluxos financeiros líquidos gerados por um projeto, e é calculado pela diferença entre os influxos e os efluxos de fundos associados a um investimento.

### 2.8.1 Valor atual líquido

O critério mais utilizado aquando de uma análise financeira é o VAL, uma vez que utiliza fluxos de caixa (FC) que representam o dinheiro que o investimento irá gerar, tendo em consideração todos os FC gerados no projeto, sejam eles positivos ou negativos (lucro ou prejuízo). Note-se que este critério utiliza ainda taxas de atualização, tendo em conta o valor do dinheiro no tempo, uma vez que a inflação tende a desvalorizá-lo (um simples euro vale mais hoje do que poderá valer no futuro). O VAL diz respeito ao fluxo monetário que esse investimento originará no futuro. Para o calcular, é necessário subtrair o custo inicial ao valor atualizado para cada ano. Através deste critério é possível definir os projetos a aceitar ou rejeitar por uma empresa. Caso o VAL tenha um valor positivo, o projeto deve ser aceite, por criar valor para os investidores. Isto é, permite que o investidor recupere o investimento efetuado, atenta a taxa mínima de rendibilização que exige e, ainda, obtém um excedente monetário (que corresponde ao VAL). Em contrapartida, caso o VAL seja negativo este deve ser rejeitado.

Para calcular o VAL é necessário saber a taxa de desconto ou, também denominado, custo de capital da empresa. Segundo a ANACOM (2005), “o conceito de custo capital” é normalmente associado ao retorno que determinado investimento deve proporcionar, sendo definido como a taxa de remuneração exigida pelos investidores, tendo em conta o risco do negócio”. Por outras palavras, é a taxa mínima que a empresa precisa de obter com as suas atividades (são normalmente utilizadas taxas de juros sem risco, as chamadas taxas de juros de OT's).

$$VAL = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}$$

Onde,

**n** é o número total de períodos da vida útil do projeto;

**t** é o número do período;

**k** é a taxa de atualização (ou taxa mínima de renbilitação exigida);

**CF<sub>t</sub>** é o Cash-flow, negativo ou positivo, gerado pelo projeto no período t.

### 2.8.2 Taxa interna de rentabilidade

Para Silva e Queirós (2013) a TIR expressa a rentabilidade total derivada da implementação de um determinado projeto para a empresa, ou seja, é a taxa que indica a qualidade de um investimento. Esta taxa é utilizada pelas empresas para determinar se devem ou não investir em determinado projeto. Alguns gestores utilizam a TIR para comparar diferentes hipóteses de investimento, escolhendo o projeto com maior retorno. Relativamente às vantagens deste critério salienta-se o rigor na condição de aceitação e facilidade de compreensão do seu significado por parte da maioria dos gestores, uma vez que o resultado é apresentado sob forma percentual, o que ajuda na escolha entre vários projetos. Como desvantagens salienta-se o facto de não fazer a distinção dos projetos de investimentos dos de financiamento e, em algumas situações, não apresentar qualquer valor ou apresentar uma multiplicidade de valores. Outro dos problemas da TIR é o valor não apresentar o risco que a empresa corre para obter retorno (este critério apresenta apenas os retornos esperados, mas não apresenta os riscos de perdas dos investimentos). Nos projetos de investimento, a condição de aceitação é se a TIR for superior à taxa de desconto, pois o objetivo é que o projeto conduza um retorno superior ao custo de financiamento que a empresa suporta com a implementação do projeto. Caso contrário, o projeto deve ser bem pensado, por não ser tão promissor.

A maioria das empresas, apenas avança com o investimento, caso a TIR tenha um valor perto dos 15%, por acreditarem que este valor inclui o custo médio ponderado dos capitais investidos, para além de uma



taxa de retorno adicional para suportar o risco do projeto (Abecassis & Cabral, 2000). Para obter a percentagem associada a este critério, basta igualar o VAL a zero e realizar os cálculos em função da taxa.

$$VAL = 0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Onde,

$I_0$  é o investimento inicial

$n$  é o número total de períodos da vida útil do projeto;

$t$  é o número do período;

$CF_t$  é o Cash-flow, negativo ou positivo, gerado pelo projeto no período  $t$ .

De modo a evitar possíveis erros na escolha do investimento mais viável, a TIR deve ser combinado com outros métodos, tais como o VAL e o *payback*. A razão dessa combinação é a de evitar uma escolha mais precipitada que inicialmente pareça mais favorável, mas que a longo prazo não traga um retorno tão vantajoso para a empresa. Desta forma torna-se muito importante ter cuidado no que toca à projeção temporal dos vários projetos de investimentos em análise.

#### Taxa Mínima de Atratividade

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA), pode ser compreendida de duas formas, isto é, corresponde ao valor mínimo que um investidor deseja ganhar, ou ao valor máximo que este está disposto a pagar para realizar um investimento.

Na área financeira, a TMA é uma das primeiras ferramentas utilizada por financeiros, investidores para avaliar a atratividade de um investimento. Esta taxa baseia-se nas principais taxas exercidas pelo mercado.

Uma das principais desvantagens do uso da TMA, é o fato desta taxa focar-se apenas no retorno a curto prazo, descartando os investimentos com maior retorno num período de tempo mais longo. Esta taxa também é bastante questionada, devido à sua subjetividade, isto porque o seu valor é estimado (Silva e Queirós, 2013).

A TMA não possui uma fórmula para a calcular, mas possui três componentes que têm de ser levados em consideração no seu cálculo:

1. Custo de oportunidade – é tudo o que se sacrifica para obter algum tipo de benefício, isto é, o dinheiro que se gerará, através do investimento não escolhido.
2. Risco do negócio – esta componente analisa se os ganhos financeiros serão maiores do que os riscos. Teoricamente, o retorno financeiro será mais alto, quanto mais alto for o risco, tal e qual como a TMA.
3. Liquidez – analisa-se a rapidez em que o investimento é convertido em lucro.

Por último, a Tabela 2, relaciona o TIR, a TMA e o VAL de forma a chegar a uma conclusão mais eficiente do investimento mais acertado a escolher.

*Tabela 2 - Relação entre TIR, TMA e VAL*

TIR > TMA	VAL é positivo	Investimento viável
TIR = TMA	VAL é igual a zero	Decisão para os gestores
TIR < TMA	VAL é negativo	Investimento não viável

### 2.8.3 *Payback* Simples

O critério do *payback* diz respeito ao número de anos que a empresa demora a recuperar o investimento inicial. O seu cálculo é bastante simples, pois passa pela contagem dos FC até ser atingido o valor do investimento inicial. Este critério é de fácil interpretação, contudo não assume o valor do dinheiro no tempo. Note-se que esta desvantagem é ultrapassada aquando do cálculo do *payback* atualizado. Dependendo do tipo de negócio o período de retorno pode ser de meses ou anos e calcula-se com a seguinte fórmula:

$$Payback = \frac{I_0}{CF_t}$$

Onde,

$I_0$  é o investimento inicial

$CF_t$  é o Cash-flow, negativo ou positivo, gerado pelo projeto no período t.

#### 2.8.4 Payback Atualizado

A principal diferença deste critério para com o *payback* simples, diz respeito ao prazo de recuperação do investimento, utilizando FC atualizados, isto é, ajustados ao risco e ao tempo. Para calcular é necessário atualizar os valores do FC no tempo e realizar uma contagem até se atingir o valor do investimento. É importante referir que não existe uma condição de aceitação para estes dois critérios, pelo que cabe a cada empresa definir o número mínimo de anos para aceitar o projeto.

$$Payback\ atualizado = \frac{I_0}{\frac{CF_t}{(TMA)^t}}$$

Onde,

$I_0$  é o investimento inicial

$t$  é o número do período;

$TMA$  é a taxa de atratividade;

$CF_t$  é o Cash-flow, negativo ou positivo, gerado pelo projeto no período  $t$ .

#### 2.8.5 Índice de Rendibilidade

O IR traduz a rendibilidade obtida por cada unidade de investimento. Para calcular este rácio é necessário relacionar o valor atual dos fluxos de caixa com o investimento inicial através de uma divisão. A condição de aceitação para este critério está associada ao VAL, isto é, o projeto deve ser aceite se o VAL for positivo e o IR apresentar um valor superior a um. Caso contrário, o projeto deve ser rejeitado.

$$IR = \frac{\sum_{t=0}^n (\frac{CF_t}{(1+k)^t} + \frac{VR_t}{(1+k)^t})}{\sum_{t=0}^n (\frac{I_t}{(1+k)^t})}$$

Onde,

$I_0$  é o investimento inicial

$n$  é o número total de períodos da vida útil do projeto;

$t$  é o número do período;

$CF_t$  é o Cash-flow, negativo ou positivo, gerado pelo projeto no período  $t$ .

$K$  é a taxa de atualização;

$VR_t$  é o valor residual, gerado pelo projeto.

### 2.8.6 Taxa de Retorno

A taxa de retorno, mais conhecida por “ROI”, é uma sigla, proveniente de uma expressão inglesa “*Return on investment*”, sendo considerado um critério muito importante para analisar o retorno financeiro de qualquer projeto. Este critério indica a percentagem de retorno sobre o investimento inicial e calcula-se da seguinte forma:

$$ROI = \frac{Lucro - I_o}{I_o} \times 100$$

Onde,

**ROI** é a taxa de retorno;

**$I_0$**  é o investimento inicial;

**Lucro** é o ganho obtido através do investimento.

### 3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo apresenta-se a empresa onde esta dissertação foi realizada, bem como o funcionamento geral de todo o seu processo logístico. Assim sendo, este capítulo é constituído por uma breve identificação do grupo em que a empresa em questão se insere, localização e historial da empresa, pela apresentação da sua missão, visão e valores, bem como a sua estrutura organizacional. Para uma melhor caracterização, abordam-se os principais produtos, mercados e clientes. Para finalizar, é também descrito o funcionamento do departamento logístico da Bysteel. Toda a informação retratada neste capítulo foi baseada em documentação fornecida pela empresa.

#### 3.1 Identificação e localização

A Domingos Silva Teixeira (DST) é uma empresa que foi criada em 1940, com principal foco na extração de inertes, com uma missão de construir projetos empresariais sustentáveis que acrescentam valor para a comunidade. Isto é, revela uma visão de construir com arte e engenho para ficarem na história como os empreendedores “renascentistas do séc. XXI”.

A DST sustentada por valores como o respeito, rigor, paixão, lealdade, solidariedade, coragem, ambição, bom gosto e responsabilidade conseguiu impor-se tanto no mercado nacional como no internacional, o que levou a um crescimento exponencial.

Em simultâneo com o crescimento surgiram novas oportunidades que foram aproveitadas. A DST expandiu-se em várias áreas, sendo necessário a integração e especialização noutros setores, o que levou a uma subdivisão em 6 grandes grupos (Engenharia & Construções, Ambiente, Energias Renováveis, Telecomunicações, DST real estate e ventures).

##### 1. Engenharia & Construções

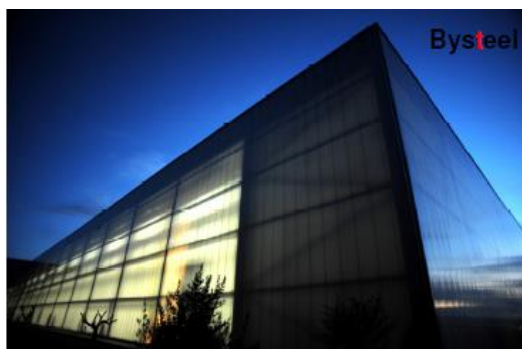
- a. Dst (Construção Civil)
- b. Bysteel (Construção metálica)**
- c. Dte (Instalações especiais)
- d. Tmodular (Obras em madeira)
- e. Tgeotecnia (Geotecnia e fundações especiais)
- f. Tagregados (Produção e comercialização de agregados)
- g. Tbetuminoso (Produção de betão betuminoso)
- h. Tbetão (Produção de betão)
- i. Dstrainrail (Construção e manutenção de via-férrea)

- j. Way2Bact (Projetos nacionais e internacionais)
  - k. Dstangola (Internacional)
  - l. Dstmoçambique (Internacional)
2. Ambiente
- a. Geswater (Gestão de participações)
  - b. Agere (Gestão de água e resíduos)
  - c. Bvaval (Recolha, tratamento e valorização de resíduos)
  - d. Aquapor (Serviços ambientais)
  - e. LusAgua (Operação e manutenção de infraestruturas)
  - f. Visaqua (Gestão de água e resíduos)
  - g. Aquagest (Gestão de água e resíduos)
3. Energias Renováveis
- a. Dstsolar (Energia solar)
  - b. Dst Wind (Energia eólica)
  - c. Dsthydro (Energia hídrica)
  - d. Globalsun (Produção de painéis fotovoltaicos)
4. Telecomunicações
- a. Dstelecom (Redes de nova geração)
  - b. MinhoCom (Gestão de infraestruturas de telecomunicações)
  - c. VALICOM (Gestão de infraestruturas de telecomunicações)
  - d. Dstelecom norte (Redes e telecomunicações de nova geração)
  - e. Dstelecom alentejo e algarve (Redes e telecomunicações de nova geração)
  - f. Blu (Operador de redes e serviços de telecomunicações eletrónicas)
5. Dst real estate (Promotores de ativos imobiliários)
6. Ventures
- a. Innovation point (Investigação e desenvolvimento)
  - b. 2bpartner (Capital de risco)

A bysteel é uma empresa pertencente ao grupo DST, criada com o intuito de responder à procura do mercado, no caso de soluções de fachadas e estruturas metálicas tanto de aço como de alumínio, desde a sua conceção/produção até à montagem e posterior expedição.

Por outras palavras, o principal objetivo da empresa, passa por criar soluções ao melhor preço, num período de tempo mais curto e assim responder às necessidades de todos os seus clientes de uma forma eficiente e sustentável.

A bysteel com sede e unidade industrial em Braga, mais propriamente no parque Industrial de Pitancinhos, encontra-se integrada no complexo industrial do grupo DST. Está implantada numa área de 60.000 m<sup>2</sup>. Para além de efetuar exportações para todo o mundo, esta empresa foca-se, principalmente, no mercado europeu e africano, com principal destaque para Portugal, França, Reino Unido, Angola e República do Congo.



*Figura 21 - Bysteel SA - Bysteel*

De modo a responder eficazmente a qualquer tipo de pedidos provenientes dos seus clientes, a bysteel possui uma unidade de projeto, quatro unidades industriais totalmente equipadas com os mais modernos equipamentos para criar soluções integradas do aço e alumínio (mais duzentos e cinquenta colaboradores especializados, com relevância para engenheiros projetistas, industriais, soldadores, entre outros), que os mantêm na vanguarda em termos de inovação e confiança.

Com o crescimento da bysteel e a necessidade de reforçar a sua oferta, em relação à grande evolução arquitetónica, a empresa decidiu criar a Bysteel FS. Esta nova unidade foi criada com o intuito de responder às novas necessidades, isto é, conceção e montagem de sistemas de fachadas, através das mais recentes tecnologias para um mercado cada vez mais inovador e exigente.

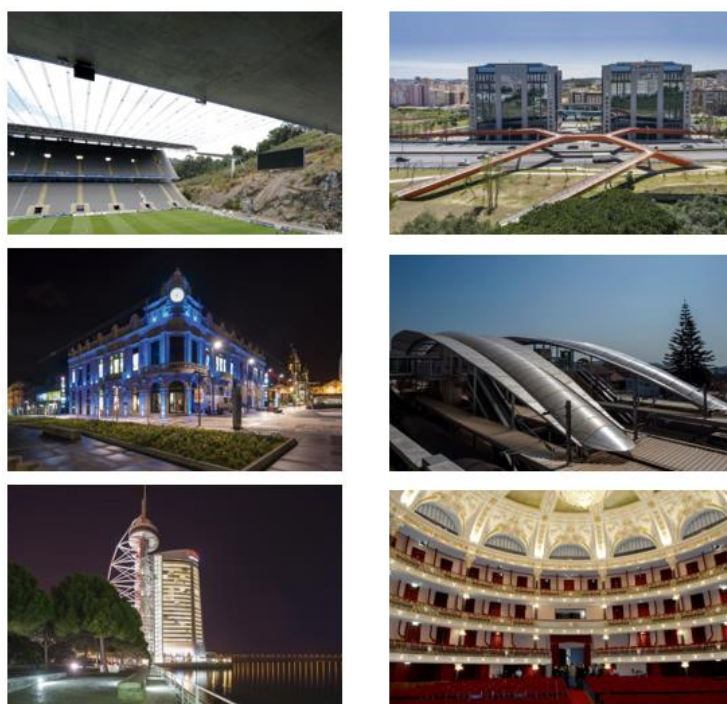


*Figura 22 - Bysteel FS - Bysteel*

### 3.2 Produtos

Tanto a Bysteel como a Bysteel FS são especialistas na fabricação e montagem de estruturas metálicas, aço e alumínio respetivamente, e sistemas de fachas de elevada qualidade para a indústria da construção civil.

A Figura 23, demonstra uma parte dos produtos acabados que foram fabricados para a construção de edifícios industriais e comerciais, obras de arte, habitação e escritórios, estádios entre outros. Todas as obras de grande envergadura foram o culminar de meses de trabalho, de profissionalismo e de bom entendimento entre cliente e Bysteel.



*Figura 23 - Produtos bysteel - Bysteel*

Esta empresa oferece os seguintes serviços, sendo que alguns podem ser visualizados na Figura 23 e estão enumerados de seguida:

- Produção e montagem de estruturas em aço médio e de grande porte;
- Aplicação de todo o tipo de revestimentos em edifícios de estrutura metálica ou de betão armado;
- Tratamento anticorrosivo e pintura em qualquer superfície metálica;
- Fabrico e montagem de elementos estruturantes secundários;
- Engenharia de conceção do projeto e de estudo de soluções alternativas;
- Conceção, engenharia, desenvolvimento, transformação e montagem de sistemas de fachadas,
- Montagem de revestimentos em coberturas e fachadas.



### 3.3 Missão, visão e valores

Todo o crescimento e profissionalismo apresentado pela Bysteel deve-se e muito aos três pilares com que se identifica e apoia todos os seus trabalhos.

A sua missão é a criação, produção e construção de estruturas metálicas e sistemas de fachadas de acordo com os mais elevados padrões do mercado, ao melhor preço possível, de modo a garantir a satisfação de todos os intervenientes.

A bysteel, como empresa ambiciosa, visa ser reconhecida nacionalmente e internacionalmente, como uma das empresas europeias de construção metálica e sistemas de fachadas de maior confiança, assegurando inovação, exigência, modernidade, eficiência e excelência em todos os seus projetos.

Como seria de esperar, a bysteel rege-se por valores idênticos ao da empresa mãe, DST:

- Respeito;
- Rigor;
- Paixão;
- Lealdade;
- Responsabilidade;
- Solidariedade;
- Coragem;
- Ambição;
- Bom gosto.

### 3.4 Certificações

De modo a obter uma maior credibilidade junto dos seus clientes, a Bysteel apresenta um conjunto de certificações que a evidenciam, em termos de qualidade dos seus produtos/serviços, das demais empresas:

- ✓ APNER (NP EN ISO 9001:2008) – Conceção, desenvolvimento, produção e montagem de estrutura metálicas e conceção de projetos de engenharia.
- ✓ APCER (NP EN ISO 14001:2012) – Conceção e desenvolvimento de produção e montagem de estruturas metálicas.
- ✓ APCER (EMAS) – Conceção e desenvolvimento de produção e montagem de estruturas metálicas
- ✓ APCER (OHSAS 18001:2007/NP4397:2008) – Produção e montagem de estruturas metálicas
- ✓ Marcação CE (EN 1090-1:2009 + A1:2011) – Componentes para estruturas de aço.

### 3.5 Estrutura organizacional

Com um total de 157 colaboradores, a Bysteel conta com 130 homens e 27 mulheres, o que equivale a uma percentagem de 83% para o género masculino e 17% para o género feminino. A empresa apresenta uma estrutura organizacional bastante estruturada, organizada em vários setores como, Departamento Comercial; Direção de Obra; Produção Industrial; Departamento de Qualidade/ Segurança; Departamento Financeiro; Projeto/ Preparação. A Bysteel apresenta uma estrutura organizacional bastante elaborada e estruturada e o seu organigrama pode ser consultado em anexo I.

### 3.6 Departamento logístico

Os escritórios dos projetos, qualidade, orçamentação, direção entre outros, encontram-se todos aglomerados na parte superior da fábrica. O departamento logístico, encontra-se num escritório inserido na fábrica da Bysteel, de modo a estar mais perto do armazém e de todo o processo produtivo. Este departamento está dividido em 4 processos distintos, a receção, expedição e exportação de material, e em algumas exceções devolução de material.

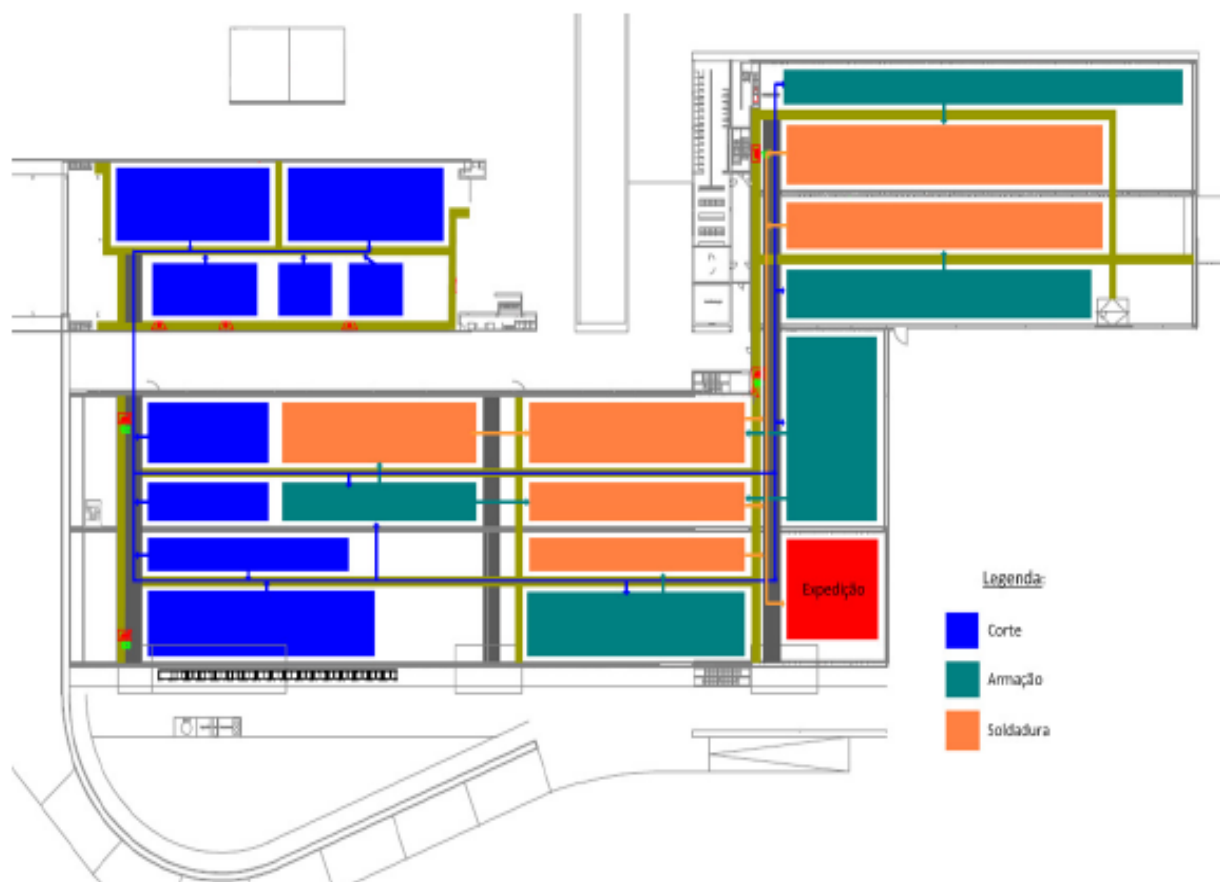


Figura 24 - Armazém Bysteel SA - Bysteel

### 3.6.1 Receção de material

O fiel de armazém (um fiel de armazém para as chapas, outro para consumíveis e outro para o departamento das fachadas) com o apoio da equipa administrativa está encarregue da receção do material. A preparação emite uma lista de material necessária para a equipa responsável do armazém que prontamente verifica a existência ou não desses mesmos materiais. Caso exista em *stock* é feito um pedido de reserva, caso contrário é comunicado, pelo armazém, a não existência de *stock* para que se proceda ao processo de compra.

O departamento de compras entrega, antecipadamente, o pedido de compra ou outro documento, para que o armazém consiga confrontar o pedido com a guia de remessa/fatura.

A análise dos certificados é da responsabilidade do Departamento de Qualidade durante a compilação de dados para o dossier de qualidade.

O Fiel de Armazém e/ou uma administrativa identificam o material, e conforme seja matéria-prima ou consumíveis atuam de acordo:

- Matéria-prima (para obra/stock) – marcam o material rececionado individualmente ou em lotes com a designação e dimensões do material guia de remessa e obra a que se destina, como demonstrado na Figura 25. Se se tratar de elementos de aço indicará também a qualidade do material caso esta não seja a qualidade *standard* utilizada para fabrico.
- Consumíveis ou outros (para stock) – armazenar de acordo com o previsto na disposição do armazém.

Por fim a Administrativa dá entrada do material rececionado no sistema SAP.



Figura 25 - Chapas de aço - Bysteel

### 3.6.2 Expedição de material

A expedição de materiais, abrange diversos materiais e destinos, conforme podemos ver na Tabela 3:

*Tabela 3 - Expedição de material*

<b>Materiais</b>	<b>Destino Possível</b>	<b>Registo Associado</b>
Produto Semiacabado	Subempreiteiro	Guia de Remessa/ Guia de Transporte
Produto acabado	Cliente final	Guia de Remessa / Guia de Transporte
	Cliente Interno	Guia de Remessa / Guia de Transporte
Consumíveis	Cliente Interno	Guias de Acompanhamento de Resíduos
Matéria-prima	Cliente Interno	
Resíduos valorizáveis	Cliente Externo	
Resíduos Não valorizáveis	Fornecedor	Guia de Remessa / Guia de Transporte
Equipamentos	Fornecedor	

A expedição de material, irá depender do tipo de material a ser expedido.

Para um produto semiacabado, é realizado o aprovisionamento do transporte no mapa de cargas, de seguida é feito o acondicionamento da carga e por fim é enviada a emissão de guia de remessa/transporte para o subempreiteiro responsável pela gestão de fabrico. Por exemplo, um produto semiacabado pode deslocar-se para um subempreiteiro, para a realização de processos químicos como a decapagem, por jato de granalha; galvanização numa solução de zinco, lacagem e/ou pintura.

No caso de um produto acabado, se o cliente for interno é feito o aprovisionamento do transporte, seguido do acondicionamento da carga e por último, emissão de guia de remessa/transporte real, em contrapartida, no caso de o cliente não ser interno, será apenas realizado o acondicionamento da carga com emissão de guia de remessa/transporte. Em relação a matéria prima e consumíveis, aplica-se o mesmo procedimento para o caso do produto acabado e o cliente ser interno.

Inicialmente, é construído um mapa de cargas de acordo com a lista de expedição, onde são definidas, semanalmente, as datas de carga pelos gestores de projeto. De seguida, é feito a requisição de transporte; o envio do planeamento semanal para o subempreiteiro de tratamento superficial; impressão diária do mapa de cargas e afixação na fábrica; localização das peças soldadas marcadas com “código verde”; movimentação dos conjuntos a expedir do centro de soldadura para o centro de expedição; envio de aviso de expedição e guia de transporte para o responsável pelo projeto e diretor de obra; e por fim a

direção de obra envia o *feedback* sobre a correspondência entre material recebido em obra e a guia de transporte.

### 3.6.3 Requisição de transportes

Sempre que seja necessário a requisição de transporte a nível nacional, o departamento de logística da Bysteel envia o pedido através de e-mail para o parque de materiais (centro logística da DST), indicando informações, como o tipo e a data de carga, a data de descarga, como os locais de carga e descarga.

O centro de logística, tenta aglomerar várias cargas das diferentes subempresas do grupo DST, de modo a otimizar os custos relativos ao transporte. A logística cria uma requisição de compra em SAP e, por fim, o parque de materiais cria um pedido de compra em SAP.

Para o caso de transportes internacionais, o departamento de logística da Bysteel, entra em contacto com um transitário, uma empresa encarregue de adjudicar o melhor transporte para as cargas em questão. Tal como para o transporte nacional, também é necessário indicar o tipo e a data de carga, a data de descarga, como os locais de carga e descarga.

### 3.6.4 Exportação de material

A exportação de materiais varia conforme o tipo de material a exportar e o destino final, nacional ou internacional, mas genericamente, assume-se a seguinte descrição.

Toda atividade de exportação inicia com a junção das seguintes informações, dados para faturas, detalhes dos materiais/equipamentos a expedir, data de expedição e o destino da carga.

Após a informação anterior reunida, é elaborada uma lista de material com indicação de quantidades, tipos e dimensões. De seguida, é feito um pedido de fatura Pró-Forma (fatura essa que possui os seguintes dados: exportador/importador; país origem da mercadoria; descritivo do material; unidade medida; quantidade; preço unitário, valor FOB, valor frete marítimo, valor seguro, valor global da fatura, condições de pagamento, porto de destino; data de emissão e validade) cujo valores são da responsabilidade do departamento financeiro e da direção de obra (DO). Essa fatura é enviada para o transitário por correio expresso, e-mail ou em mão, que ficará encarregue de tratar do licenciamento da fatura com as devidas entidades oficiais do país de destino.

Para o transporte da carga, o pedido de contentores é realizado com base em desenhos de preparação, peso máximo do contentor e volumetria. A data de carga, a quantidade e a tipologia dos contentores também é necessário indicar.

As embalagens que contenham materiais variados têm de estar devidamente assinaladas, indicando os materiais, volumes, quantidades, peso e dimensões por embalagem e desta forma criar a lista de materiais finais.

Tanto a fatura comercial (mesma informação da fatura Pró-forma, com o acréscimo da atualização de quantidades, peso líquido e bruto do material e o número de volumes por contentor) como a declaração de exportação (autorização carga material) são pedidos, que se segue pela sua emissão e por fim o envio para o transitário. O pedido de obtenção de despacho aduaneiro é realizado junto da Alfândega Portuguesa.

Após toda a burocracia resolvida é necessário proceder à carga, verificar o acondicionamento e amarração da carga, o equilíbrio do contentor e obter rentabilização máxima do contentor, de modo a evitar desperdícios e custos superiores.

Com toda esta informação recebida, o DO deve manter informado o cliente, fazer a previsão de custos portuários e alfandegários, como também planear o espaço em estaleiro.

Para finalizar, deve-se fazer o lançamento de faturas em SAP, depois do envio dos documentos todos e da validação dos mesmos.

#### 3.6.5 Devolução de material

Quando o fiel de armazém recebe o material devolvido, ele efetua a sua verificação, caso seja encontrado algum tipo de anomalia, o material é assinalado como não conforme, de forma a impossibilitar a sua utilização e desta forma é rejeitado. No caso de o material estar em condições para ser utilizado, é identificado e registado em SAP a entrada do material em stock.

O Fiel de Armazém/Administrativa identifica o material rececionado, individualmente ou em lotes, com a designação e dimensões do material e empresa ou obra de que provém.

#### 3.6.6 Higiene, saúde e segurança no trabalho

Como empresa de topo, a Bysteel aposta forte na inovação e no bem-estar de todos os seus trabalhadores, de modo a potenciar e a moralizar os seus colaboradores. Para que isto seja possível, a empresa conta com duas Técnicas de Higiene e Segurança, uma para a zona fabril e outra focada para os trabalhadores colocados em obras.

O grupo DST construiu um centro de saúde, Figura 26, no qual podemos encontrar uma enfermeira a tempo inteiro, um médico de clínica geral e um médico de medicina do trabalho duas vezes por semana, para além de um dentista, uma vez por semana.



*Figura 26 - Centro de saúde DST - Bysteel*

No que toca a segurança no trabalho, a Bysteel em conjunto com o grupo DST, tem vindo a apostar forte na divulgação de campanhas de prevenção de acidentes. Na empresa, é de conhecimento geral, a obrigação de uso de equipamentos de proteção individual (EPI), que é constituído por:

- Botas de biqueira de aço, sem cordões e com sola em poliuretano;
- Auriculares com SNR superior a 25;
- Farda (calças, camisola ou t-shirt e casaco em material específico)
- Óculos de proteção contra limalhas, máscaras FFP2 com válvula e luvas com boa resistência mecânica (serralheiros);
- Máscaras com filtros FFP3, avental ou casaco de crude resistente ao calor, luvas resistentes a abrasão (soldadores);

A Bysteel também procede ao controlo de alcoolémia dos seus trabalhadores, durante o horário de trabalho e para os casos que apresentam uma taxa superior a 0.5 mg/L, estes ficam sujeitos a uma sanção aplicável pela empresa.

Para finalizar, o grupo DST conta nas suas instalações com um complexo desportivo, composto por dois campos de futebol de cinco em sintético, um campo de ténis, um espaço de máquinas de manutenção física aeróbica, um circuito de manutenção, um espaço para repouso/lazer, uma horta e balneários totalmente equipados.



*Figura 27 - Campos DST - Bysteel*














#### 4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

A Bysteel FS divide-se em 8 centros principais interligados e distribuídos sequencialmente, como demonstra a Figura 28.



Figura 28 - Armazém Bysteel FS - Bysteel

1. Centro de Logística (Recepção e Inspeção)  
2. Centro de Operações Principais 
3. Centro de Operações Secundárias 
4. Centro de Kits 
5. Centro de Caixilharia 
6. Centro de Fachadas 
7. Centro de Preparação para Expedição 
8. Centro de Logística (Expedição) 

Como já referido anteriormente, o fluxo de produção da Bysteel FS, apresenta uma sequência lógica, organizada e bem distribuída.

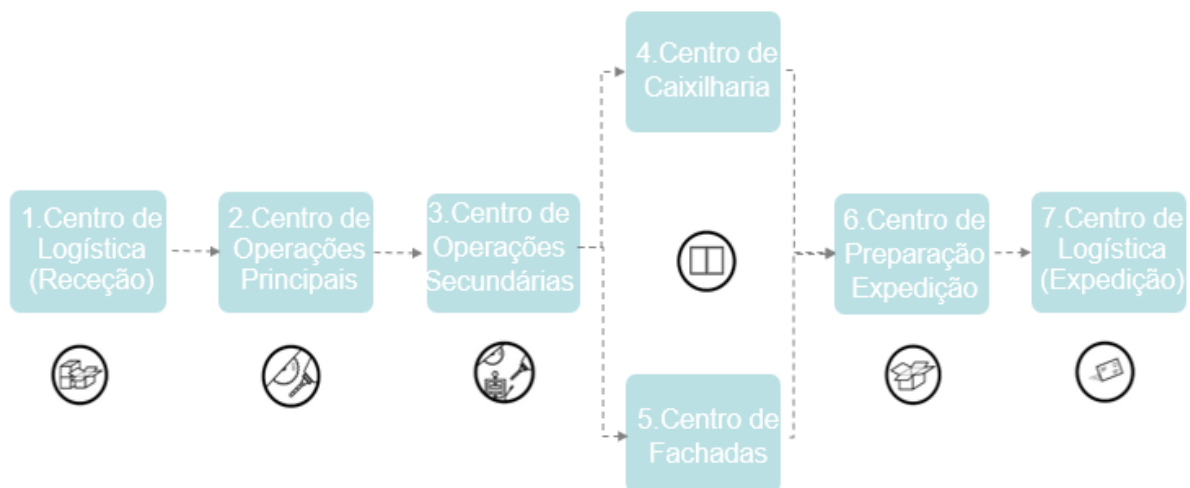


Figura 29 - Estrutura organizacional Bysteel FS - Bysteel

#### 4.1 Centro de logística (receção e inspeção)

Aquando da receção do material, o fiel de armazém e o engenheiro têm de verificar, quantitativamente, o material, o estado de carga e a guia de remessa, pedidos de compra, material rececionado e a documentação da qualidade do produto em questão. Após verificação das cargas, é necessário realizar a atualização em SAP, do material recebido e os registos acessórios, como os avisos de receção, mapa de registo de entradas e MCRAE. Maioritariamente, o material recebido é acondicionado por tipologia/obra por box, sendo que os perfis são plastificados, de forma a evitar perdas ou que sejam danificados. De forma resumida o Centro de logística é o ponto de abastecimento da produção, ou seja, é o local onde se encontra armazenado todo o material (a partir daqui segue para o centro de operações principais e secundárias, assim como o centro de kits).

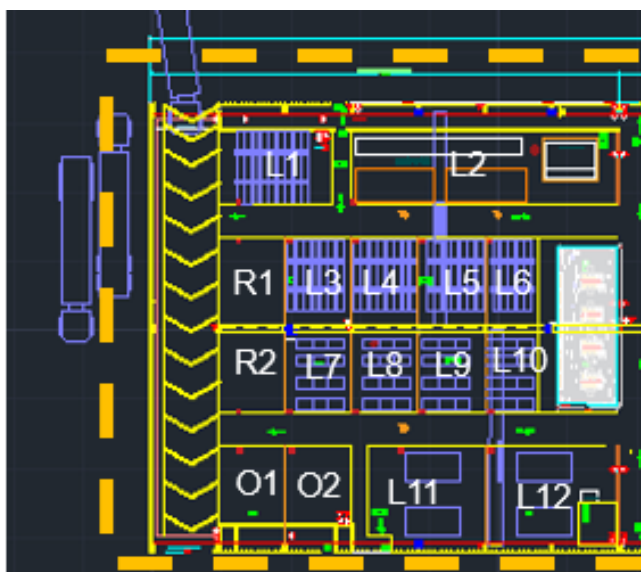


Figura 30 - Centro logística Bysteel FS - Bysteel

A Figura 30, esquematiza as várias divisões que formam o armazém. Nas secções R1 e R2 são as boxes de receção de perfis a inspecionar e plastificar e de receção de acessórios ou perfis secundários, respetivamente. As zonas O1 e O2 estão reservadas para o armazenamento de material a expedir diretamente para a obra. O L1 é a box de inspeção de perfis e o L2 a box de plastificação dos perfis. As zonas de L3 a L10 são as boxes de armazenamento de material, separado pelas respetivas obras. O L11 e L12 é a box de armazenamento de chapa.

#### 4.1.1 Receção de material

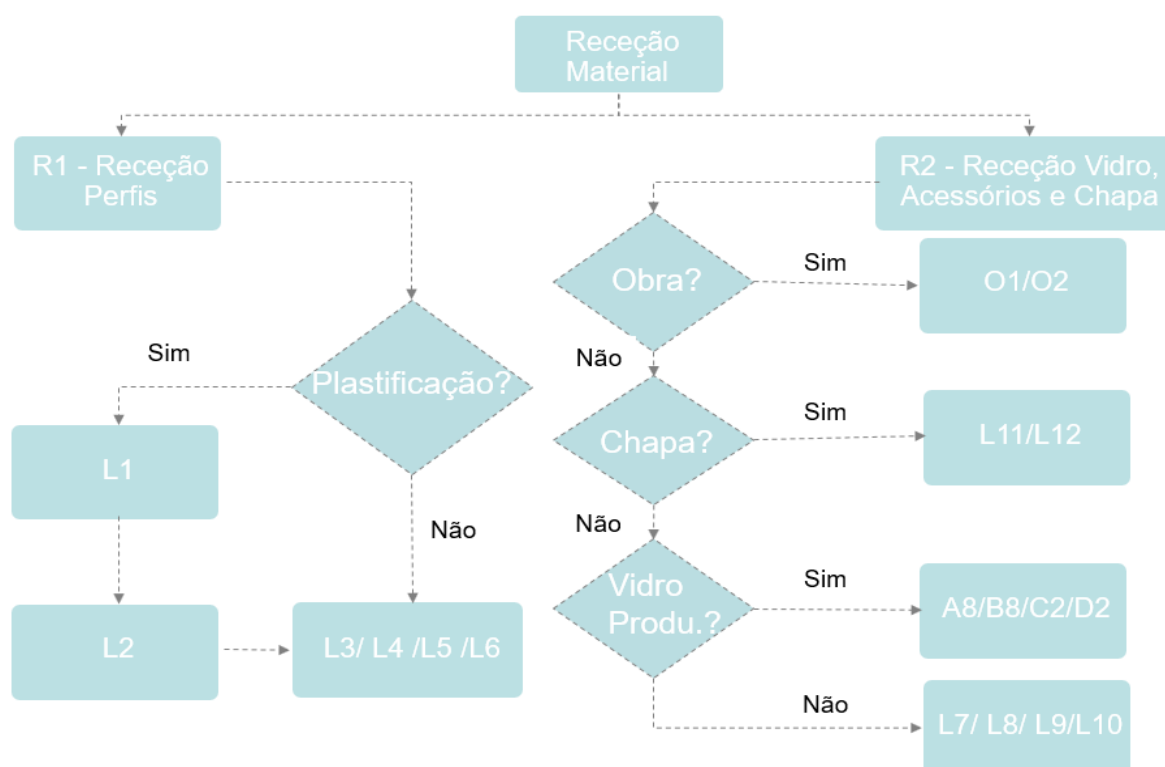


Figura 31 – Fluxograma receção material Bysteel FS - Bysteel

Tanto a receção de perfis como a receção de vidro, acessórios e chapa funcionam do mesmo modo. Inicia-se com a descarga do material e depois passa-se a verificação desse mesmo material, analisando a quantidade e o estado. Também se verifica a guia de remessa, pedidos de compra, material rececionado e documentação da qualidade do material. Após a verificação acabada, é necessário atualizar o SAP e os registos de acessórios (avisos de receção, mapa de registo de entradas e MCRAE). Em relação à receção de perfis (R1), caso haja plastificação, na zona L1, a qualidade verifica 20% dos perfis e elabora os registos, enquanto que a logística acompanha a verificação qualitativa dos perfis e trata da movimentação dos perfis (este processo tem um tempo estimado de 24 horas).

Na zona L2 a logística verifica a qualidade de 100% dos perfis, plastifica e coloca-os nos devidos espaços, isto é, nas zonas L3/L4/L5/L6, como se pode ver na Figura 31 (tempo estimado de 48 horas).

Caso após a receção não seja necessário plastificar os perfis, estes são colocados nas zonas L3/L4/L5/L6. Como já referido anteriormente, são zonas de separação de material consoante a tipologia/obra por box e serve como abastecimento para os centros de operações principais, secundárias e de kits.

Em relação à receção de vidro, acessórios ou chapa (R2), o material que é para ser expedido diretamente para obra, é alocado nas zonas O1/O2. Por outro lado, caso o material rececionado seja chapa e que não seja para enviar diretamente para a obra, estes são armazenados na zona L11/L12 separados por tipologia. Estas zonas abastecem o centro de chapa. No caso de o material ser vidro, estes são separados por centro de operação A8/B8/C2/D2. Por último, os acessórios são alocados nas zonas L7/L8/L9/L10 separados por tipologia/obra por box e abastecem os centros de operações principais, secundárias e centro de kits.

## 4.2 Centro de operações principais

No centro de operações principais (COP) existem três cargos importantes para o seu bom funcionamento, sendo eles o responsável do COP, preparador para fabrico e a qualidade. O responsável tem como principais funções:

- Receção e verificação dos processos de fabrico;
- Elaboração do planeamento do COP;
- Controle orçamental do COP;
- Coordenação da equipa de preparação para fabrico;
- Gestão da equipa operacional do COP;
- Coordenação com a logística de receção.

O preparador para fabrico exerce as funções de:

- Coordenação e apoio à preparação;
- Elaboração e atualização da base de dados de mecanizações;
- Receção e verificação dos processos de fabrico;
- Elaboração de preparação para fabrico;
- Formação e apoio técnico aos operadores;
- Coordenação da ligação com os equipamentos.

A qualidade, como não poderia deixar de ser, trata da:

- Elaboração de registos de verificação visual e dimensional;
- Acompanhamento da qualidade de produção;
- Elaboração do planeamento da qualidade;
- Controle orçamental da qualidade.

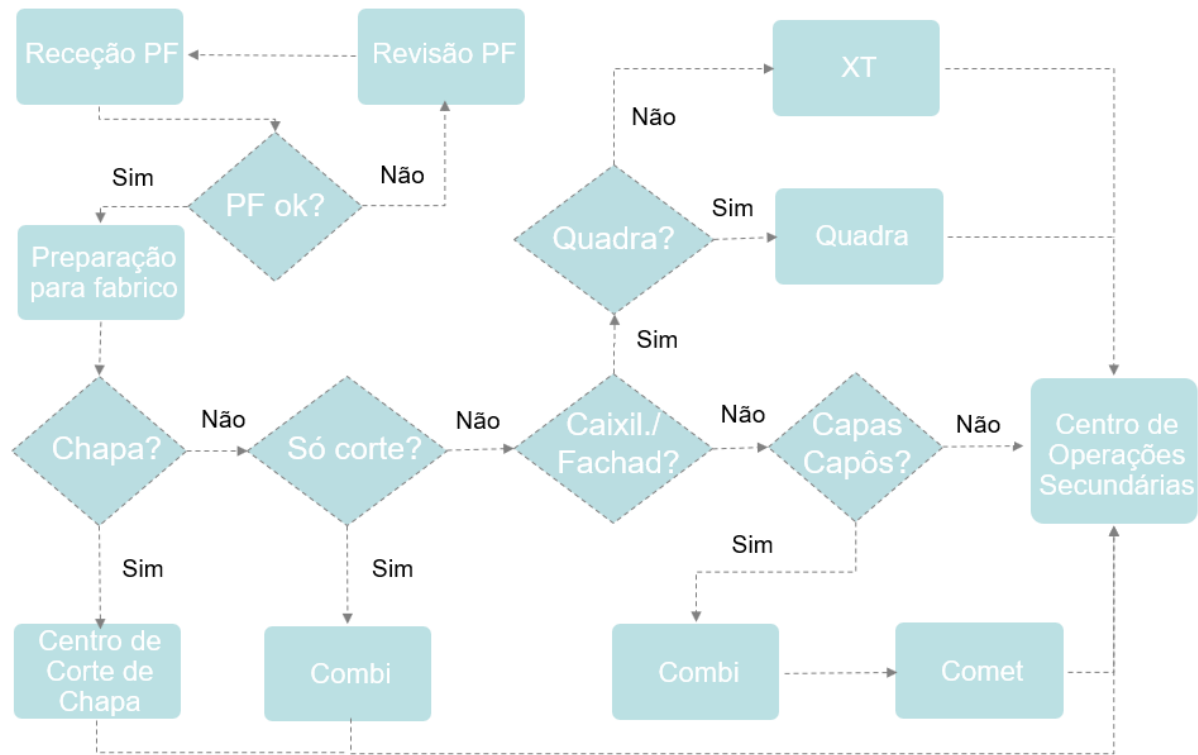


Figura 32 - Fluxograma do centro de operações Bysteel FS - Bysteel

Como se pode ver pela Figura 32, neste centro existem 4 máquinas diferentes, a Combi, a Comet, a Quadra e a XT.

Na receção do produto final (PF) verifica-se se está tudo em conformidade, caso se verifique, o PF segue para a preparação de fabrico, caso não esteja conforme, o PF sofre as revisões necessárias, até que o problema esteja resolvido.

No caso de se tratar de uma chapa, esta segue para o centro de corte de chapa e posteriormente para o centro de operações secundárias. Caso não se trate de uma chapa e seja necessário efetuar apenas corte, este material é levado até à máquina Combi e após o corte é enviado para o centro de operações secundárias.

Se o material for caixilharia ou fachadas a máquina que processa este material, tanto pode ser a Quadra como a XT e no final do processo é enviado para o centro de operações secundárias.

Por último, se estivermos a falar de capas ou capôs, estes são alocados na máquina Combi e posteriormente para a Comet e só depois de terminado todo o processo, o material é enviado para o centro de operações secundárias.

### 4.3 Centro de operações secundárias

Através da Figura 33, podemos ver que o espaço reservado para o centro de operações secundárias encontra-se dividido em quatro zonas.

- OS1 - a operação secundária de maquinação;
- OS2 - operação secundária de cravação;
- OS3 - operação secundária de corte;
- OS4 - que se refere a operação secundária de colocação de vedante.



*Figura 33 - Centro operacional Bysteel FS - Bysteel*

### 4.4 Centro de caixilharia e centro de fachada

A junção destes dois centros deve-se a serem idênticos, embora um se foque na montagem de caixilharia, enquanto o outro na montagem de fachadas. Neste centro existem duas identidades cruciais, sendo eles o responsável do centro de caixilharia e fachada (RCCF) e a qualidade.

O responsável do CCF tem como funções:

- Coordenação de planeamentos de fabrico com o responsável do COP;
- Elaboração do planeamento do CCF;
- Controle orçamental do CCF;
- Gestão da equipa operacional do CCF;
- Coordenação com a equipa de logística de expedição;

- Coordenação com a equipa da qualidade.

A Qualidade deve:

- Elaborar o registo de verificação visual e dimensional;
- Acompanhar a produção;
- Elaborar do planeamento da qualidade;
- Controlar o orçamento da qualidade.

#### 4.5 Centro de preparação e expedição

Como o próprio nome indica este centro prepara o material que é para expedir. O responsável do centro de preparação para expedição e a qualidade são duas entidades igualmente importantes neste centro.

O responsável do CPE tem a função de:

- Verificação quantitativa dos elementos a expedir;
- Efetuar *packing list*;
- Garantir a qualidade do embalamento.

A função da qualidade é:

- Verificação qualitativa dos elementos a expedir;
- Elaboração de registos de verificação visual e dimensional dos elementos concluídos.

#### 4.6 Centro de logística (expedição)

Por último, o centro de logística (expedição) é o local onde o material é carregado para ser expedido.

O responsável do centro de expedição tem a função de:

- Coordenação e controlo de expedições;
- Coordenação com a gestão de projeto, relativamente ao material a expedir.

#### 4.7 Fluxo de material

A Figura 34 ajuda a perceber o fluxo que o material pode ter no armazém, consoante o tratamento que este irá sofrer, ao longo de todo o processo produtivo. Em suma e de forma a recapitular, numa fase inicial, o material é rececionado no centro de logística, que tem como objetivo abastecer o centro de operações principais ou o centro de kits. Após os primeiros processos acabados e conforme o tipo de material, estes podem seguir para os centros de operações secundárias, de caixilharia ou de fachadas. Por fim, quando o material estiver conforme à necessidade da obra/cliente, este segue para o centro de

preparação de expedição, onde é preparado por lote, obra ou tipologia de forma a que a sua expedição seja mais rápida e eficiente.

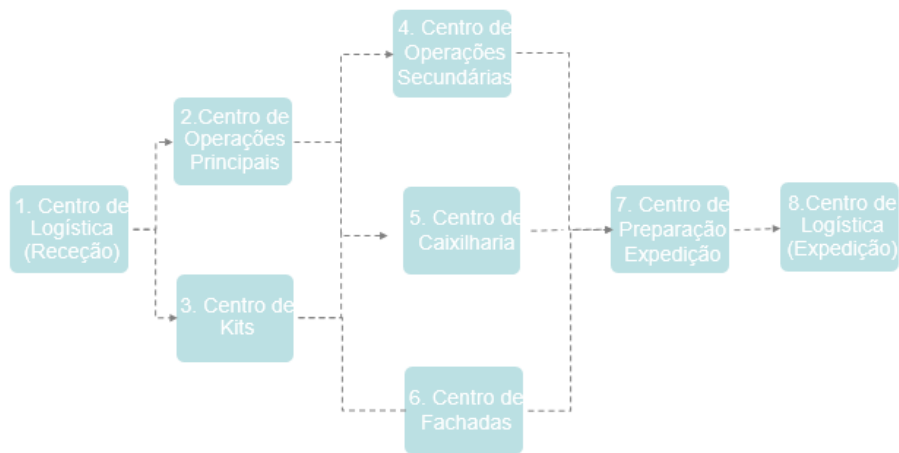


Figura 34 - Fluxo de material - Bysteel

Os dois armazéns aço e alumínio, Bysteel SA e Bysteel FS respetivamente, possuem vários problemas de rastreabilidade e codificação de peças ao longo de todo o processo, como:

- Codificação de peças por punção ou spray, o que pode originar erro de marcação, ver Figura 35.
- Perda ou codificação errada de peças, isto é, acontece muitas vezes a preparação ter no seu plano, que determinada peça foi cortada, e aquando da verificação por um responsável, essa mesma peça não estar em nenhum local.
- Perda de bastante tempo, sempre que se deseja verificar a numeração do perfil (na expedição, pintura ou na obra), visto que muitas vezes a marcação é ilegível ou porque esta se encontra numa zona de difícil leitura.
- Aquando da verificação do inventário, a fiel de armazém perde imenso tempo, para realizar a contagem de toda a matéria-prima.

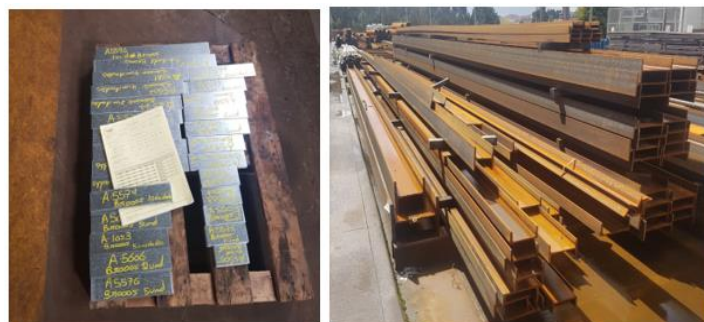


Figura 35 - Codificação chapas e perfis - Bysteel



## 5. PROPOSTAS DE MELHORIAS

Neste capítulo aborda-se as propostas de melhoria mais adequadas na resolução dos problemas encontrados, ao longo do projeto. Esta secção encontra-se dividida em dois casos, o primeiro caso relativo ao armazém da Bysteel SA e o segundo para o armazém da Bysteel FS. A Tabela 4 é um quadro resumo das melhorias encontradas para cada problema. Uma vez que a Bysteel FS se encontra em fase de construção e que o seu funcionamento é similar ao da Bysteel SA, os problemas estarão replicados em ambos. Assim sendo, também se decidiu estudar o armazém da Bysteel FS.

*Tabela 4 - Problemas e melhorias*

Problemas	Melhorias	
	Bysteel SA	Bysteel FS
Codificação de peças por punção ou spray	Marcação a Laser de um <i>QRCode</i> ou Sistema RFID	Sistema RFID
Perda ou codificação errada de peças	Boxes com RFID para peças pequenas	Sistema RFID
Perda de tempo na verificação de cargas	Sistema RFID	Sistema RFID
Perda de tempo na verificação de inventário	Sistema RFID	Sistema RFID

### 5.1 Caso Bysteel SA

Não foi possível chegar a uma conclusão definitiva de um sistema completamente viável para resolver os problemas deste armazém. Ao longo do projeto estudou-se várias possibilidades, sendo importante para a empresa testá-las, de modo a verificar a eficiência de cada uma, para depois realizar uma análise financeira da melhor solução.

#### 5.1.1 Sistema com RFID

A implementação de um sistema RFID no armazém da Bysteel SA, tem como objetivo resolver os problemas mencionados anteriormente. O RFID é benéfico para a rastreabilidade e codificação de qualquer material interna e externamente, isto é, durante a produção é possível saber a quantidade de matéria em armazém e em que fase se encontra determinado perfil. Após expedição do material para

obra ou para uma subempresa, também é possível rastrear o material descarregado, com leitores móveis, o que poupa bastante tempo na hora da verificação dos perfis e das suas características. Este projeto possui algumas desvantagens, tais como:

- *Tag* mais caras do que as casuais, isto é, para resistir a processos químicos e físicos é necessária uma etiqueta mais resistente;
- Durante o transporte, como o material é bastante pesado, qualquer fricção pode danificar a RFID, impossibilitando a sua leitura.

O custo da implementação de um sistema destes, ainda não está definido, uma vez que as propriedades do aço e os processos químicos agravam a complexidade do sistema a implementar na Bysteel SA. Assim sendo, em primeiro analisar-se-á a eficiência do sistema na Bysteel FS e só depois replicar na Bysteel SA.

#### Boxes com RFID

Para o material de pequena dimensão, a solução seria a colocação, destes materiais, em boxes metálicas de caixa aberta com sensores numa das faces, de modo a fazer a contagem de cada peça colocada na box. Cada box teria uma *tag* principal, com os dados da obra e cada peça possuiria uma *tag*, com a referência e a sua fase.

Desta forma, tornar-se-ia possível seguir o estado de produção de uma obra, no exato momento, e assim resolver os problemas relativos aos erros de codificação, ou perda de peças.

#### RFID no armazém Bysteel SA

Em primeiro lugar, o armazém teria de ser dividido e marcado por zonas, de modo a que os perfis sejam devidamente separados por tipologia. Cada perfil teria um RFID com as suas características, para que fosse possível saber a quantidade e em que local se encontra determinado perfil. De seguida, seria necessário colocar pórticos à entrada do armazém de modo a dar entrada para produção do perfil que será utilizado. Na zona de expedição também seria necessária a colocação de pórticos, afim de dar a saída do material do sistema e assim saber que determinado produto já não se encontra em armazém.

#### RFID nos processos químicos e físicos

Para as vigas e os pilares que necessitam de passar por processos químicos e físicos, tais como a decapagem, pintura e galvanização, a colocação de *tags* torna-se mais complicada, uma vez que estes processos danificam a *tag* e impossibilita a sua leitura. Para estes casos existem duas hipóteses, à utilização de *tags* mais robustas, mas com a desvantagem do custo ser maior. A outra solução, passa pela utilização de umas bolsas plastificadas, com o intuito de colocar a *tag* no seu interior e sempre que

determinado material sofra algum tipo de processo, esta bolsa é retirada e posteriormente colocada, no final da preparação, com a desvantagem que este processo pode sofrer erros, com a má recolocação de *tag*, no seu respetivo material, após a conclusão do procedimento.

### 5.1.2 Qrcode

O desenvolvimento dessa solução ainda se encontra num estado embrionário, uma vez que muitas dúvidas não foram dissipadas. A ideia é a marcação a laser de um Qrcode nos vários materiais, onde seria possível armazenar e ler toda a informação necessária, através de leitores móveis, ou mesmo telemóveis. Esta solução tem em primeira análise, muitas desvantagens como:

- Marcação pode sofrer danos nos processos químicos e físicos, impossibilitando a sua leitura;
- Não se consegue rastrear e determinar a localização exata de determinada peça, em qualquer momento;
- Custo mais elevado do que um sistema RFID;
- Processo de leitura de informação, mais demorado que num sistema RFID.

Através de alguns contactos com empresas de venda de lasers, a empresa Nande foi a que sugeriu a melhor solução qualidade/preço para o tipo de materiais da empresa. Uma vez que a Bysteel produz peças de dimensões variadas, desde simples chapas até pilares ou vigas, o laser escolhido tinha de ser móvel, Figura 36, para que este se desloque até a peça e não o contrário.



*Figura 36 - Laser Nande - Nande*

Cada laser tem um custo aproximado de 30.000€. Uma vez que a Bysteel possui um armazém enorme, o tempo em deslocar o laser nas diferentes áreas, pode revelar-se excessivamente moroso, ou seja, será necessário no mínimo 2 lasers, o que levará ao dobro do custo. Quanto mais profundo, mais demorado é a marcação, partindo de 20 segundos para algo superficial, até 1 minuto para atingir alguma profundidade.

## 5.2 Caso Bysteel FS

### 5.2.1 Projeto piloto com RFID

O único sistema estudado para este armazém foi o sistema RFID, pelo simples fato de ser impossível realizar qualquer tipo de marcação a laser num perfil de alumínio, por razões estéticas, desejadas por todos os clientes. Em parceria com a empresa Altronix, chegou-se a elaborar um projeto piloto para ser implementado no armazém, como ilustrado na Figura 37. Esta parceria surgiu após uma escolha cuidada e pela Altronix ter uma maior disponibilidade para um estudo mais aprofundado. A minha principal função foi realizar a ponte de ligação entre Bysteel e Altronix, ao mesmo tempo que analisava e debatia todos os passos que envolvem a escolha do melhor projeto. No anexo 1, está descrito a proposta apresentada pela Altronix, em termos de custos e materiais.

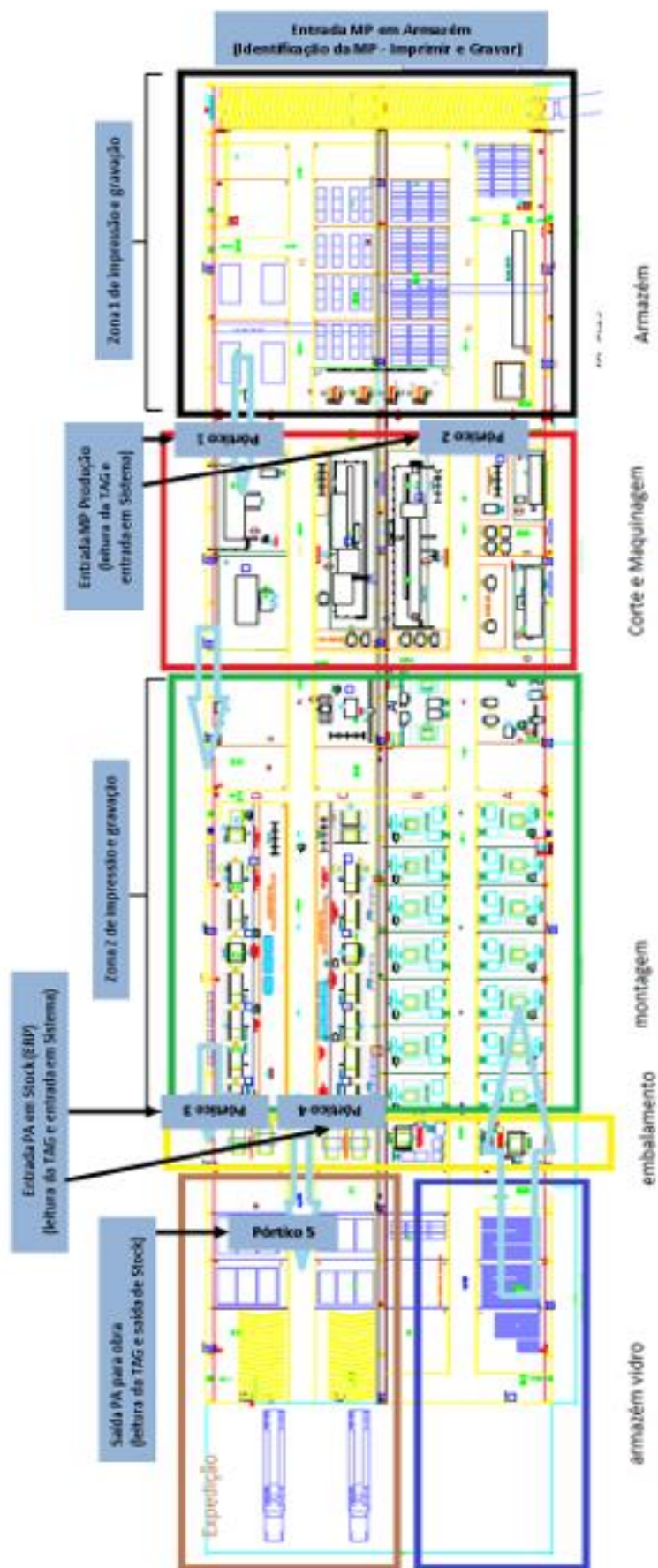


Figura 37 - Projeto piloto armazém Bysteel FS - Bysteel

Onde,

**Zona preta** é o armazém de matéria prima;

**Zona vermelha** é a área de corte e maquinagem;

**Zona verde** é a área de montagem;

**Zona amarela** é a área de embalagem;

**Zona azul** é o armazém de vidro;

**Zona castanha** é a zona de expedição;

**Setas azuis** indicam o fluxo do material.

Este projeto piloto está estruturado com a colocação de cinco pórticos distribuídos pelo armazém. Os pórticos 1 e 2 à entrada da área de corte e maquinagem, os pórticos 3 e 4 à entrada da área de embalagem e, por último, o pórtico 5 encontra-se na zona de expedição. As antenas de comunicação serão dispersadas pelas várias zonas do armazém. Como podemos ver pela Tabela 4, cada pórtico terá uma funcionalidade diferente pelos sectores em que serão inseridos.

*Tabela 5 - Pórticos armazém bysteel fs*

Pórtico 1	Entrada matéria prima em produção	Leitura <i>tag</i> e entrada em sistema (ERP)
Pórtico 2	Entrada matéria prima em produção	Leitura <i>tag</i> e entrada em sistema (ERP)
Pórtico 3	Entrada produto acabado em stock	Leitura <i>tag</i> e entrada em sistema (ERP)
Pórtico 4	Entrada produto acabado em stock	Leitura <i>tag</i> e entrada em sistema (ERP)
Pórtico 5	Saída produto acabado para obra	Leitura <i>tag</i> e saída em sistema (ERP)

Também haverá duas zonas de impressão e gravação de *tags*, sendo a primeira colocada na zona do armazém e a segunda na zona de montagem. Estas zonas têm um papel fundamental, para o bom funcionamento do sistema, uma vez, que é nesta fase que as *tags* são associadas a matéria prima ou ao produto acabado.

### 5.2.2 Funcionamento sistema RFID no armazém

O funcionamento do sistema RFID é bastante simples e automatizado. O sistema RFID funciona através da interligação entre a base de dados da Bysteel, software de gestão da Bysteel (FPGest) e do software bartender, responsável pela impressão e gravação das *tag's*.

A matéria prima é rececionada no armazém e é-lhe associada uma *tag*, com todos os dados necessários para a sua caracterização. Quando o processo de produção se inicia, dá-se a entrada no sistema das várias MP's, que passam pelos pórticos 1 e 2. Desta forma será possível saber em que zona e em que estado, se encontra determinado produto, através das várias antenas colocadas, nos vários pontos estratégicos. Após a produção de determinado produto ter finalizado, é-lhe associado uma nova *tag*, com as características finais do produto acabado. A entrada no sistema do PA dar-se-á, pela passagem nos pórticos 3 e 4, que ficarão na zona de embalamento até serem expedidos. Desta forma, torna-se possível sabermos todos os PA's e o que ainda falta até ter determinada carga pronta.

A saída no sistema de PA será oficializada aquando da sua passagem pelo pórtico 5. Por exemplo, existe a possibilidade de haver vários PA's numa paleta e esta ao passar pelo pórtico de expedição, irá retirar do sistema cada um desses PA's, no mesmo momento.

Por último, sempre que um material é rececionado em obra ou num subempreiteiro, estes poderão ter acesso a toda a informação, desse mesmo material, através de leitores próprios. Este tipo de procedimento facilita na rapidez de leitura e verificação de cargas com imensos produtos.





## 6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

### 6.1 Descrição do investimento

O investimento deste projeto ronda os 24.434,55 € (implementação do projeto RFID), sendo, ainda necessário a compra de um leitor móvel, com um valor de 2.972 €, o que dá um total de 27.406,55 €, como se pode ver no Anexo II, através da proposta apresentada pela Altronix.

Os benefícios trazidos por este investimento podem ser medidos a dois níveis:

- Poupança obtida em termos de tempo, uma vez que os empregados demoram muito tempo aquando da receção e verificação das cargas, pela referência do produto não estar visível ou estar errada.
- Poupança obtida em termos de perda de material, isto é, em muitos casos, o material é dado como expedido, quando na realidade se encontra perdido pelo armazém. Também existe probabilidade de perda de materiais de dimensões reduzidas, como as chapas ou acessórios, devido a erros de codificação, que são eliminados com este sistema.

Uma vez que este investimento não traz um retorno financeiro direto, pelo simples fato da única poupança com este projeto focar-se no ganho em tempo de alguns trabalhadores.

Em relação ao ganho de tempo, para este projeto calculou-se o tempo despendido por 2 trabalhadores, a fiel de armazém (receção e verificação do material no armazém Bysteel FS) e o encarregado da obra (receção e verificação do material na obra – 1 leitor móvel).

Na Tabela 5, está representado o gasto salarial dos dois empregados, por parte da bysteel. Tanto para a Segurança Social, como para o seguro de acidentes de trabalho, utilizando-se a percentagem definida do salário. O Subsídio de alimentação da empresa é de 5,85 € que, multiplicado pelos 224 dias úteis de trabalho, dá o valor indicado na Tabela 5. Para calcular o salário/hora, multiplicou-se os 224 dias úteis pelas 8 horas de trabalho diária, ou seja, 1.792 h de trabalho anual, para cada trabalhador. Se dividirmos, o total pelo valor de trabalho mensal, então passamos a ter o salário/hora de cada individuo.

*Tabela 6 - Salário/hora empregados*

Cargo	Salário	Seg. Social (23.75%)	Seguro (2%)	S. A (€)	Total (€)	Salário/hora
F. Armazém	9.100	2.161,32	182	1.310,4	12.753,72	7,12 €/h
Enc. Obra	11.130	2.643,34	222,6	1.310,4	15.306,39	8,54 €/h

Sabe-se que a fiel de armazém pode rececionar e verificar desde 2 até 10 cargas por dia, sendo que o tempo gasto por cada carga, está no mínimo em 30 min, o que dá 0.5 h. Para os próximos cálculos, utilizou-se uma média de 5 cargas diárias. Ao multiplicar o valor das cargas pelo tempo gasto, ficamos a saber o valor que a fiel de armazém gasta, 2.5 h/dia;  $\approx 560$  h/ano.

No que toca ao encarregado de obra, este pode rececionar e verificar, aproximadamente 1 carga por dia, sendo que o tempo gasto por cada carga, está no mínimo em 2 hora. Ao multiplicar o valor das cargas pelo tempo gasto, ficamos a saber o valor que o encarregado de obra gasta, 2h/dia;  $\approx 448$  h/ano.

Assim sendo, já é possível saber qual o custo que a empresa suporta associado à tarefa de verificar cargas, multiplicando o custo salário/hora da Tabela 5, com o tempo gasto por ano, calculado anteriormente. Por outras palavras, o custo é de 3.985,54 € no caso do fiel de armazém e de 3.826,59 € para o encarregado de obra.

## 6.2 Avaliação do investimento

Como já referido anteriormente, o retorno será definido pela poupança em termos de tempo, de cada trabalhador, com a implementação do sistema. Assim sendo, o *cash flow* anual resulta do somatório da poupança do tempo dos dois trabalhadores.

$$CFt = 3\,985,54 + 3\,826,59 = 7\,812,12 \text{ €}$$

A taxa de juro utilizada é de 3.09 %, retirada do site pordata, ver anexo II. Em relação ao período, sabe-se que a longevidade de um sistema RFID, pode variar desde os 10 aos 15 anos. Para este projeto optou-se por escolher um período de 10 anos. Assim sendo, na posse de todos os dados necessários, torna-se possível calcular o VAL.

$$VAL = \sum_{t=0}^n \frac{CFt}{(1+k)^t} = -27\,406.6 + \left[ \frac{7\,812,12}{(1+0.0309)^0} + \frac{7\,812,12}{(1+0.0309)^1} + \frac{7\,812,12}{(1+0.0309)^2} + \frac{7\,812,12}{(1+0.0309)^3} + \frac{7\,812,12}{(1+0.0309)^4} + \frac{7\,812,12}{(1+0.0309)^5} + \frac{7\,812,12}{(1+0.0309)^6} + \frac{7\,812,12}{(1+0.0309)^7} + \frac{7\,812,12}{(1+0.0309)^8} + \frac{7\,812,12}{(1+0.0309)^9} \right]$$

$$VAL = 40\,977,07 \text{ €}$$

O cálculo da TIR é muito simples, basta igualar a 0 a fórmula do VAL e efetuar a operação, em função da taxa. De modo a facilitar a operação, decidiu-se utilizar uma folha de Excel para calcular a TIR. Para tal, é necessário organizar por coluna os valores dos *cash flows* atualizados e do investimento, este último

em valor negativo. Após organizar os valores, como na Tabela 6, basta selecionar a opção “TIR” e escolher os valores todos e de forma automática é calculado o seu valor final.

*Tabela 7 - Cálculo do TIR*

Ano	CF
<b>Ano 0</b>	-27 406,6
<b>1º ano</b>	7 812,12
<b>2º ano</b>	7 577,96
<b>3º ano</b>	7 350,82
<b>4º ano</b>	7 130,49
<b>5º ano</b>	6 916,76
<b>6º ano</b>	6 709,44
<b>7º ano</b>	6 508,33
<b>8º ano</b>	6 313,25
<b>9º ano</b>	6 124,02
<b>10º ano</b>	5 940,46
<b>TIR</b>	23 %

O cálculo do *payback* simples é bastante rápido, isto é, apenas é necessário dividir o investimento pelo CF, que neste caso representa a poupança das horas de trabalho dos dois salarizados.

$$Payback = \frac{I_0}{CF_t} = \frac{27\,406,6}{7\,812,12} = 3.51 \text{ anos}$$

Ao contrário do *payback* simples, o *payback* atualizado traduz de forma mais correta o tempo de retorno, uma vez que utiliza uma taxa de atualização para cada CF. De um modo mais rápido, utiliza-se os dados da Tabela 6 e acrescenta-se mais uma coluna, por exemplo saldo, que resulta da subtração do investimento inicial pelo devido CF.

*Tabela 8 - Payback atualizado*

Ano	CF	Saldo
<b>Ano 0</b>	-27 406,60	-27 406,60
<b>1º ano</b>	9 625,65	-19 594,5
<b>2º ano</b>	9 337,13	-12 016,5
<b>3º ano</b>	9 057,26	-4 665,70
<b>4º ano</b>	<b>8 785,78</b>	<b>2 464,79</b>
<b>5º ano</b>	8 522,44	9 381,551
<b>6º ano</b>	8 266,99	16 090,99
<b>7º ano</b>	8 019,20	22 599,32
<b>8º ano</b>	7 778,83	28 912,57
<b>9º ano</b>	7 545,67	35 036,59
<b>10º ano</b>	7 319,50	40 977,05

Como podemos concluir, enquanto que o *payback* simples dá 3 anos, 6 meses e 12 dias o *payback* atualizado estima uns 4 anos até o investimento inicial ser totalmente pago. Este último deve ser tido mais em conta do que o primeiro.

Para calcular o ROI é necessário realizar o somatório de todos os CF que dá 68 383,65, como se pode ver na tabela 8.

*Tabela 9 - Somatório CF*

CF
7 812,12
7 577,96
7 350,82
7 130,49
6 916,76
6 709,44
6 508,33
6 313,25
6 124,02
5 940,46
<b>68 383,65</b>

Para efetuar o cálculo do ROI é necessário relacionar o lucro, que neste caso, se baseia no somatório dos CF, anteriormente calculado, com o investimento inicial.

$$ROI = \frac{Lucro - I_o}{I_o} \times 100 = \frac{63\,383,65 - 27\,406,6}{27\,406,6} \times 100 = 149.52 \%$$

### 6.3 Recomendações finais

A recomendação final não poderia ser mais que satisfatória, isto é, sugere-se a implementação do sistema RFID na Bysteel FS. Com os seguintes valores, VAL de 40.977,05 €, um TIR de 23%, um *payback* de 4 anos e uma taxa de retorno de 149.52%, não há margem para dúvidas, que este sistema será uma excelente aquisição. Com a implementação do RFID, a empresa continua a suportar os encargos com os dois colaboradores, uma vez que ambos continuarão a efetuar as mesmas tarefas, mas com uma melhoria significativa em relação ao tempo. A receção e verificação do material em obra é bastante demorada, e atrasos podem resultar em perdas significativas para a Bysteel, daí a importância da implementação deste sistema.

## 7. CONCLUSÃO

A realização do estágio na Bysteel tornou-se numa experiência profissional na área da logística e foi bastante positivo. Inicialmente, este projeto tinha o intuito de resolver os vários problemas de rastreabilidade em dois armazéns, mas de modo a facilitar, principalmente no armazém da Bysteel SA, apenas se decidiu estudar o caso da bysteel FS em específico e só posteriormente replicar a mesma ideia de investimento.

Devido a alguns fatores, como a existência de problemas de rastreabilidade ou perda de materiais e de erros de codificação ou de puncionamento, ao longo do processo produtivo, relativamente ao alumínio, sugeriu-se à empresa a implementação de um sistema RFID para o armazém da bysteel FS. Esta tecnologia prevê-se ser muito vantajoso, em termos de rastreabilidade e codificação dos vários tipos de materiais produzidos e ainda, melhora e otimiza todo o processo de produção, como o logístico, visto que, com ela, tornar-se-á possível seguir o movimento e o estado em que se encontra determinado material. Para além, que na hora de verificação todo o processo é mais rápido, por terem a possibilidade de ler o material à distância, mesmo em situações em que a *tag* não esteja visível.

Com o decorrer do estágio também se acrescentou uma vertente financeira. Com a análise financeira realizada, a empresa possui mais um método de avaliação, ou seja, para além de já saberem as vantagens da implementação do projeto piloto de RFID, também ficam com valores de poupanças e amortização, o que ajuda bastante na tomada de decisão.

Para concluir, aconselha-se a Bysteel a implementação deste sistema por todas as razões, em cima descritas. Todas as vantagens visam a melhoria do tratamento de informação, tornando o processo mais automatizado.

Ao longo da realização deste projeto existiram algumas limitações, como planear a implementação de uma solução nova num armazém ainda em construção, agendar reuniões em datas que fossem possíveis pelas várias entidades envolvidas e ainda dissecar o problema de erros de puncionamento e verificação de cargas, quando estas são realizadas externamente ao local, onde me encontrava, como por exemplo, num subempreiteiro de fabrico ou de pintura.

Para trabalhos futuros, seria mais vantajoso e mais correto, o cálculo certo do tempo despendido por cada empregado no decorrer de cada análise e verificação de material. Em relação a bysteel SA, seria vantajoso a realização de testes e o estudo mais aprofundado, em relação à colocação e recolocação de *tags* antes e após os processos químicos e físicos, que os materiais sofrem em determinados subempreiteiros.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecassis, F., & Cabral, N., (2000). *Análise Económica e Financeira de Projetos*. Fundação Calouste Gulbenkian.
- ANACOM (2005). 9. Custo Capital, retirado de <https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=158376#.VytPgtLF9cF>, em 2 de Janeiro de 2019
- Barros, Carlos P., (2007). *Avaliação Financeira de Projetos de Investimento*. Lisboa: Escolar Editora.
- Bassani, (2002). *Um Modelo de Rastreabilidade na Industrialização de Produtos derivados de Suínos*. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Bhuptani, M., and Moradpour. S., (2005). *RFID field guide: deploying radio frequency identification systems*. Prentice Hall professional technical reference. Sun Microsystems/Prentice Hall PTR.
- Bill Glover & Himanshu Bhatt, (2007). *RFID Essentials*, O'Reilly.
- Bjorn Kvarnstrom and Pejman Oghazi, (2008). *Methods for traceability in continuous processes – Experience from an iron ore refinement process*.
- Domdouzis, K., et al., (2007). “Radio-Frequency Identification (RFID) applications: A brief introduction,” *Advanced Engineering Informatics*, vol. 21, pp. 350-355.
- Finkenzeller Klaus, (2010), *RFID Handbook Third Edition: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication*. A John Wiley and Sons, Ltd, Publication.
- Garfinkel, S., & Rosenberg, B., (2006). *RFID: the Doomsday Scenario in RFID: Applications, Security, and Privacy*. New Jersey: Addison Wesley.
- Gencod Ean France, (2001). *Applications logistiques des standards EAN. Manuel pratique, édition 2*.
- John Elliott, (1991). *Action Research for Educational Change*, Open University Press, Milton Keynes – Philadelphia.
- Judith Bell, (1993). *Doing Your Research Project: A Guide for First-Time Researchers in Education and Social Science*.
- Lahiri. S., (2006). *RFID sourcebook*. IBM Press.
- Langeveld, M. J., (1965). *Concise Theoretical Pedagogy*, 10th revised ed.
- Leonelli, Fabiana & Toledo, José, (2011). *Rastreabilidade em cadeias Agroindustriais: Conceitos e Aplicações*.

Lezin N., (2001). *La traçabilité : applications et stratégie. Industries alimentaires & agricoles*, pages 17 22.

Mota, R.P.B., (2006) Extensões ao protocolo de comunicação EPCGlobal para tags Classe 1 utilizando autenticação com criptografia de baixo custo pra segurança em identificação por radiofrequência, 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado em ciência da computação) – Universidade Federal de São Carlos, Programa de pós-graduação em ciência da computação, São Carlos.

Mortal, A. B., (2006). Compreender e controlar o cash-flow operacional nas pequenas e microempresas.

Mubarak, M.F., et al., (2011). "A critical review on RFID system towards security, trust, and privacy (STP)," in *Signal Processing and its Applications (CSPA), IEEE 7th International Colloquium on*, 2011, pp, 39-44.

Muniz, R., et al., (1999) "A robust software barcode reader using the Hough transform," in *Information Intelligence and System. Proceedings. International Conference on*, 1999, pp.313-319.

Murad, A., (1962). What Keynes means: *A critical clarification of the economic theories of John Maynard Keynes*. Coon: College and University Press.

Ngai, E. W. T., et al., "RFID research: *An academic literature review (1995-2005) and future research directions*," *International Journal of Production Economics*, vol. 112, pp.510-520, 2008.

Nicolas Seriot, (2005), *Les systèmes d'identification radio (RFID) – fonctionnement, applications et dangers – Yverdon-les-Bains*

Sarac, et al., (2010). "A literature review on the impact of RFID technologies on Supply chain management," *International Journal of Production Economics*, vol. 128, pp. 77-95.

Silva, E. S. & Queirós, M., (2013). *Análise de Investimento em Ativos Reais: Abordagem Convencional*. Porto: Vida Económica – Editorial, SA.

Sunil Chopra and Peter Meindl (2001). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Prentice-Hall, Inc.

Sweeney, P.J., (2005) *RFID For Dummies. For Dummies*. John Wiley & Sons.

Thiollent, M. (2005). *Metodologia Action Research*. Cortez Editora

Töyrylä. (1999). *Realising the Potential of Traceability: A case study research on Usage and Impacts of Product Traceability*. *Acta polytechnica Scandinavica*. Finnish Academy of Tecnology.

Xiaowei Zhu, Samar K. Mukhopadhyay, and Hisashi Kurata, (2012). *A review of RFID technology and its managerial applications in diferente industries*. *Journal of Engineering and Technology Management*.



Yang, C., et al., (2010). *"Identification of barcode beacon and its application in underground mining"* in *Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)*, 3rd *International Conference on*, 2010, pp. V1-128-V1-132.

Yong-Shin Kang and Yong-Han Lee, (2013). *Development of generic RFID traceability services. Computers in Industry*,

ANEXO I – ESTRUTURA ORGANIZACIONAL BYSTEEL

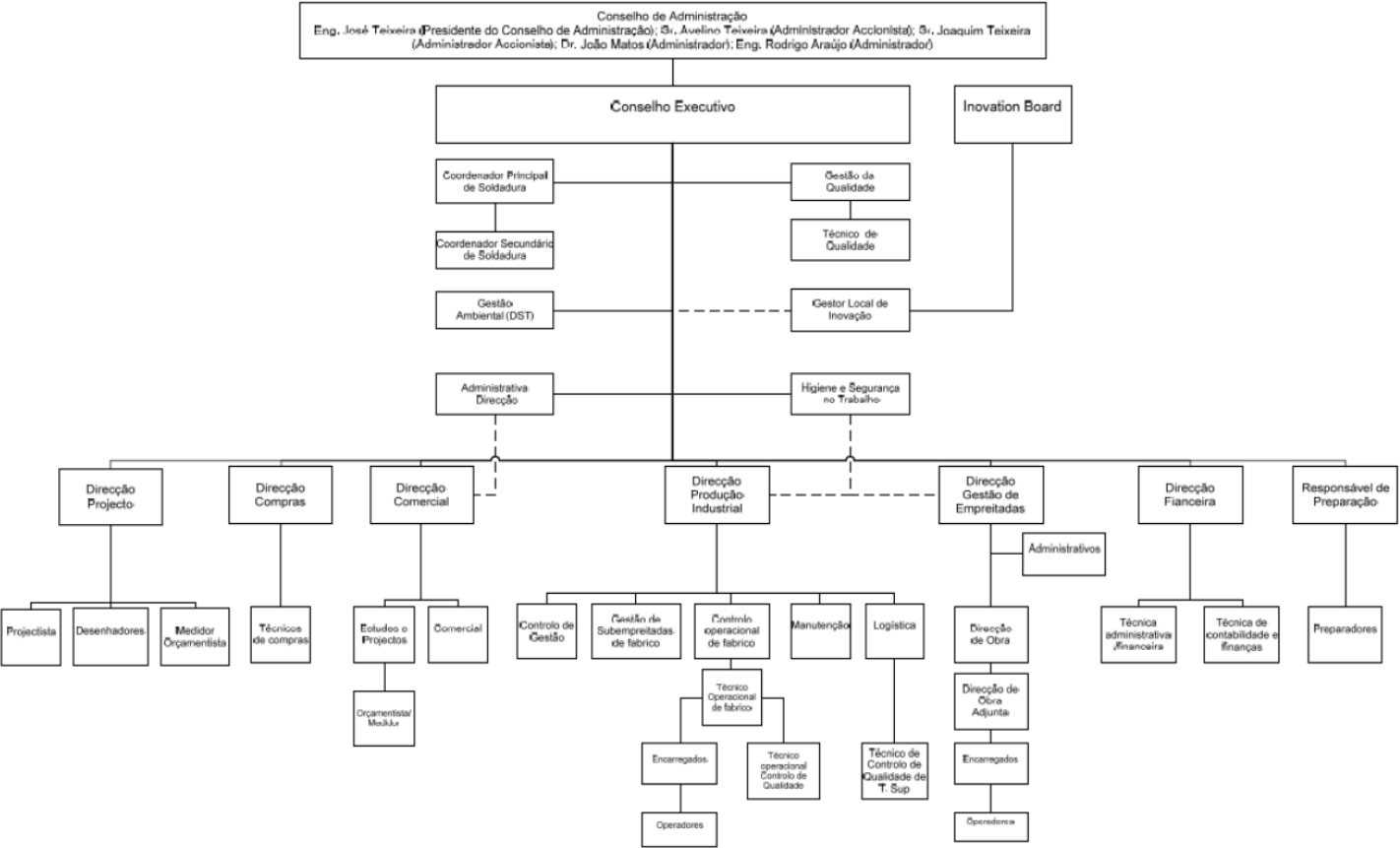


Figura 38 - Organigrama Bysteel - Bysteel

## ANEXO II – PROPOSTA ALTRONIX

**altronix**  
Identificação • Codificação • Mobilidade

GSI  
Portugal  
PARCEIRO TECHNOLOGIES

REDE PME  
INOVAÇÃO

MELHORES EMPRESAS  
Exame

MELHORES EMPRESAS  
Exame

MELHORES EMPRESAS  
Exame

PME líder excelência  
6 ANOS  
PME excelência  
(2010 a 2015)

**Bysteel S.A.**  
NIF: 508384788

**PROPOSTA  
COMERCIAL**

A/C Exmos.  
Engº Joaquim Aguiar e Thomas Pinheiro

Nº 53322  
De 10 de Agosto 2018

WWW.ALTRONIX.PT

## Descrição da Proposta

Esta proposta visa o fornecimento de uma solução desenvolvida à medida para responder às necessidades actuais e melhoria continua no processo de Produção e Logístico na nova Fábrica de Alumínio, recorrendo à Tecnologia RFID.

Pretende-se com esta solução, eliminar erros de entrada e saída de MP e PA, assim como rastreabilidade durante todo o processo de produção, actualizando a informação no ERP, sem recurso a papel e repetição de acções.

### Descrição/ Execução do Processo:

- Armazém de MP: Zona 1 de Impressão e Gravação

As TAG's serão neste ponto impressas, gravadas e aplicadas para identificação da MP  
(A definir [Bysteel] - como identificar MP: Unitariamente/ Lote/ Paleta/ Produto composto)

- Pórtico 1 e 2 - Entrada MP em Produção - leitura da TAG e Entrada em Sistema (ERP)

Instalação de " Pórtico" de Leitura RFID entre o Armazém de MP e Corte e Maquinagem

- Montagem: Zona 2 de Impressão e Gravação

As TAG's serão neste ponto impressas, gravadas e aplicadas para identificação da PA  
(A definir [Bysteel] - como identificar MP: Unitariamente/ Lote/ Paleta/ Produto composto)

- Pórtico 3 e 4 - Entrada PA em Stock - leitura da TAG e entrada em Sistema (ERP)

Instalação de " Pórtico" de Leitura RFID entre Montagem e Embalamento

- Pórtico 5 - Saída PA para obra (Expedição) - leitura da TAG e entrada em Sistema (ERP)

Instalação de " Pórtico" de Leitura RFID no cais de carga

### Sumário/ Pórticos:

Pórtico 1 Entrada MP em Produção - leitura da TAG e Entrada em Sistema (ERP)

Pórtico 2 Entrada MP em Produção - leitura da TAG e Entrada em Sistema (ERP)

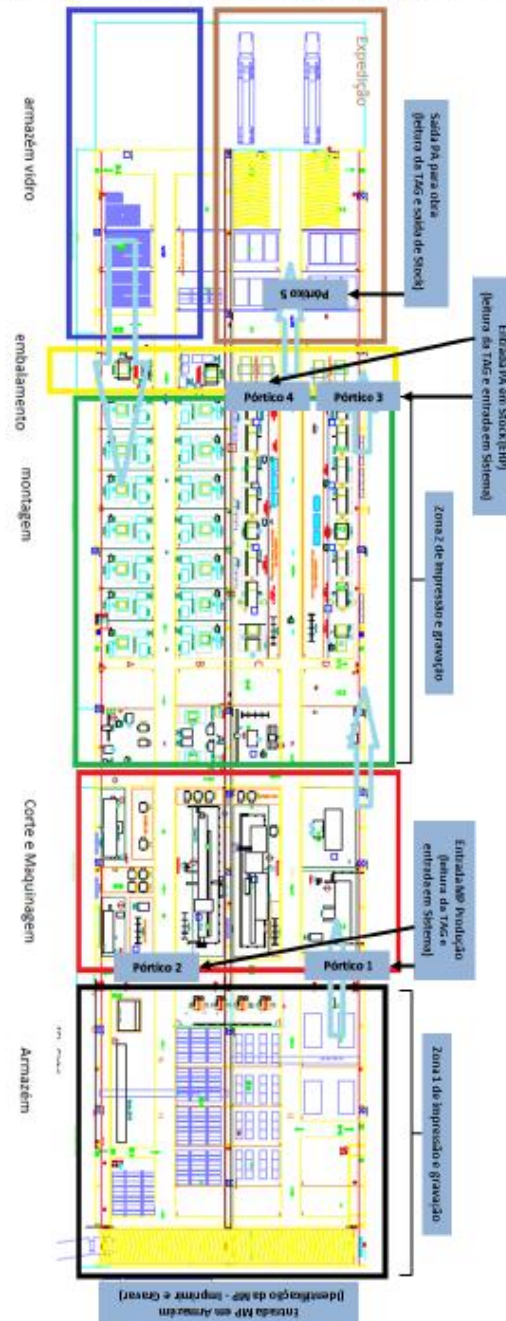
Pórtico 3 Entrada PA em Stock - leitura da TAG e entrada em Sistema (ERP)

Pórtico 4 Entrada PA em Stock - leitura da TAG e entrada em Sistema (ERP)

Pórtico 5 Saída PA para obra - leitura da TAG e saída de Stock (ERP)

Fig. 1 - Planta Fábrica Aluminio

Base disponibilizada por Thomas Pinheiro. Legendagem do processo RFID Altronix



Sede (Porto): Zona Ind. IBACOC, Rua das Indústrias, 2653 - Lantemil | 4785-627 Tróia, Portugal  
 Filial (Lisboa): Av. D. João II, 50 - Edifício Mar Vermelho | 1990-095 Lisboa, Portugal  
 tel.: 252 503 200 | 252 490 080 email: info@altronix.pt web: www.altronix.pt



No Projecto a Implementar, fornecimento de:

- Todo o Hardware inerente aos "Pórticos" de Leitura RFID (Qtd. 5), assim como postos de Impressão e Gravação (Qtd. 2).
- Software/Middleware à medida

A estrutura da BD terá de ser indicada pela Bysteel assim como o seu formato. Deverão consultar a empresa que gere o V/ ERP, de acordo com a informação prestada é o FPGest. Será esta empresa a fazer a ponte da informação recolhida pelo leitor "despejada" na BD que se irá encontrar na Rede. O Middleware irá alimentar a BD com a informação recolhida e tratada pelo leitor RFID. O V/ ERP irá "beber" esta informação.

- Software Bartender

Este software fará a impressão e gravação das TAG's. Acedendo à BD onde têm os artigos (MP e PA) do V/ ERP. A preparação de BD terá de ser feita pelo FPGest para imprimir e gravar, caso seja o pretendido, com as referências já criadas no V/ sistema.

- TAG's RFID UHF

Quantidades e dimensões a definir

- Serviços Técnicos Altronix

Instalação, configuração e formação de toda a Solução

- Serviços de Engenharia

Consultoria e Acompanhamento de Implementação do Projecto (Software e Hardware)

**Solução RFID Móvel OPCIONAL para Rastreabilidade em Obra**

Solução de Leitura e registos móvel para controlo de descarga em obra. Para a exequibilidade desta Solução móvel, a identificação de PA terá de ser unitariamente ou por produto composto (Ex. PRODUTO = Janela XPTO (composta por: Perfil 1; Perfil 2; Perfil 3; perfil 4)

**Condições Comerciais** Depois de avaliar cuidadosamente os vossos requisitos, apresentamos de seguida a proposta de solução Altronix, que consideramos ser a mais adequada no sentido de corresponder às vossas expectativas:

#### Solução Fixa RFID

##### Hardware

Qtd.	Designação	Preço Unit.	Preço Total
<b>PÓRTICO RFID:</b>			
	4 x Antenas Zebra Dulpá RFID UHF		
	+		
	4 x Cabo Zebra P/ Antena RFID 9 metros		
5	+	2.141,75€	10.708,75€
	1 x Leitor Zebra FX9600 RFID – 4 portas		
	+		
	1 x Power Injector: Single Port Hi-Power 802.3at + AC Line Cord		
2	Impressora Zebra ZT410 - 203 dpi, UHF RFID1 Silverline "on-metal" - USB, Ser, Ethernet, BT	3.194,00€	6.388,00€

##### TAG's e Fitas

Qtd.	Designação	Preço Unit.	Preço Total
10/rolos	TAG's Zebra 60mm x 25mm Silverline Blade (500 tag/ rolo)	342,00€/rolo	3.420,00€
6	Fita de Carbono Zebra 60mm x 450metros/ 5095	26,30€	157,80€

##### Serviços

Qtd.	Designação	Preço Total
1	Desenvolvimento Software/ Middleware à medida	2.400,00€
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Serviços Técnicos Altronix (até 8h)</li> </ul> Instalação, configurações e formação de toda a Solução <ul style="list-style-type: none"> <li>Serviços de Engenharia (até 8h)</li> </ul> Consultoria e Acompanhamento de Implementação do Projecto (Software e Hardware)	1.360,00€

<b>VALOR TOTAL DA PROPOSTA</b>	<b>24.434,55€</b>
--------------------------------	-------------------



OPCIONAL - Solução RFID Móvel

Qtd.	Designação	Preço Total
1	<b>KIT LEITURA MANUAL MÓVEL RFID:</b> 1 x Terminal Zebra MC3190-Z - Wi-Fi (802.11a/b/g), RFID Reader, UHF, Windows Mobile 6.5, 2D Imager Scanner, 256MB/1GB, 48 key Keypad, Bluetooth, 4800 mAh High Capacity Battery 1 x Zebra MC3000 Mobile Computer Accessories - Kit: MC3x: Cradle 1 Slot Kit Intl 1 x Software Mobilix XStock + RFID*	2.972,00€



\*1 licença por posto/ Terminal Licença. | Vitalícia sem actualizações obrigatórias nem custos adicionais

Condições de comercialização

Prazo de Entrega	Validade da Proposta	Imposto	Transporte
A combinar	30 dias	Acresce IVA à taxa legal em vigor	Não se aplica

Considerações  
Finais

Desejando ter apresentado a solução mais adequada às necessidades identificadas, subscrevemo-nos com elevada consideração, ficando a aguardar um prezado comentário.

Com os melhores cumprimentos,

Brigite Gonçalves  
Dep. Comercial



**Taxas de juro sobre novas operações de empréstimos  
(média anual) a empresas: total e por escalão de crédito**

Qual a percentagem que as empresas pagam pelo dinheiro que pedem emprestado aos bancos, abaixo ou acima de um milhão de euros?

Taxa - %

Anos	Escalão de crédito		
	Total	Até 1 milhão de euros (inclusive)	Mais de 1 milhão de euros
2003	5,03	6,17	3,88
2004	4,66	5,68	3,52
2005	4,85	5,75	3,75
2006	5,30	6,24	4,37
2007	6,08	7,05	5,28
2008	6,66	7,64	5,92
2009	4,80	5,72	3,88
2010	4,61	5,45	3,78
2011	6,12	6,92	5,40
2012	6,15	7,08	5,44
2013	5,51	6,38	4,97
2014	4,89	5,51	4,37
2015	3,77	4,19	3,25
2016	3,16	3,48	2,69
2017	2,70	3,09	2,14

Taxas de juro sobre novas operações de  
empréstimos (média anual) a empresas: total e  
por escalão de crédito  
Fontes de Dados: BP - Estatísticas das Taxas de  
Juro  
Fonte: PORDATA  
Última actualização: 2018-02-19